ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON XXVII

ÉTUDES

SUR LES

TERRAINS TERTIAIRES

DU DAUPHINÉ

DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE



PAR

H. DOUXAMI

DOCTEUR ÈS SCIENCES
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE, AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ

PARIS

MASSON ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1896

313

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

ÉTUDES

SUR LES

TERRAINS TERTIAIRES

DU DAUPHINÉ

DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

ÉTUDES

SUR LES

TERRAINS TERTIAIRES

DU DAUPHINÉ

DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE



PAR

H. DOUXAMI

Docteur ès Sciences.

Ancien Élève de l'Ecole Normale supérieure, Agrégé de l'Universite.

PARIS

MASSON ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain

—

1896

INTRODUCTION

> Ce n'est point que je conseille de négliger les observations de détail, je les regarde, au contraire, comme l'unique base d'une connaissance solide, mais je voudrais qu'en observant ces détails on ne perdît jamais de vue les grandes masses et les ensembles, et que la connaissance des grands objets et leurs rapports fût toujours le but que l'on se proposât en étudiant leurs petites parties.
>
> DE SAUSSURE (*Voyages dans les Alpes*, introduction).

Depuis le commencement du siècle, les sciences géologiques ont progressé avec la plus grande rapidité, et, de même que pour les autres branches des sciences naturelles, on sent de nos jours, de plus en plus le besoin de s'attacher surtout à des études monographiques.

Les nombreuses monographies paléontologiques, qui ont été publiées dans ces dernières années, ont montré tout l'intérêt qu'il pouvait y avoir à étudier, dans une région déterminée, l'ensemble d'une faune. Les résultats obtenus, soit uniquement paléontologiques, soit quant à la comparaison avec la faune des mêmes terrains dans d'autres régions, à la répartition des espèces, à leurs conditions d'existence, à la température et à la profondeur des mers aux différentes époques sont de la plus haute importance.

L'étude paléontologique, que j'ai entreprise, des terrains ter-

tiaires de la Savoie et du Dauphiné nous permettra de préciser, non seulement l'âge, mais encore l'origine de certaines assises, âge et origine jusqu'ici fort discutés par les différents auteurs. Aussi la partie paléontologique, où j'étudie les mollusques et les vertébrés recueillis pendant les courses presque ininterrompues que j'ai effectuées pendant plus de deux années, constitue-t-elle un des chapitres les plus importants de ce travail.

Mais, comme cela a été signalé depuis longtemps, les terrains tertiaires de la Savoie sont en général peu fossilifères et les fossiles toujours en mauvais état de conservation.

Ceci explique pourquoi l'étude des terrains tertiaires de la région qui fait l'objet de ce travail est encore si peu avancée et a donné lieu à tant de controverses. Il y a de nombreuses difficultés que la paléontologie seule ne peut toujours pas résoudre et il faut, qu'à chaque instant, une étude stratigraphique très serrée et toujours fort délicate lui vienne en aide.

Les terrains tertiaires de la Savoie et du Dauphiné sont aussi fort importants à étudier à un tout autre point de vue : leur histoire se rattache en effet à celle de ces grands phénomènes orogéniques qui ont marqué les derniers soulèvements alpins. Nous pourrons, en effet, par l'étude des différents terrains tertiaires des hautes chaînes calcaires de la Savoie et du Jura, reconnaître l'existence de mouvements orogéniques importants, depuis le Sénonien jusqu'au Pliocène et préciser l'âge des différentes régions naturelles comprises dans le territoire que j'ai étudié.

Ces recherches m'ont permis enfin de compléter les notions déjà acquises sur les communications des mers ou des lacs qui existaient, d'une part dans la région rhodanienne, de l'autre dans la région helvétienne, avant l'existence des chaînes du Jura.

Les explorations des terrains tertiaires des feuilles de Chambéry et d'Albertville ont été effectuées pour le Service de la Carte géologique de la France, auquel M. Michel Lévy a eu la bienveillance de m'attacher comme collaborateur adjoint. Les nombreuses courses que j'ai dû faire aux environs de Lyon, dans le Dauphiné et la Suisse, m'ont été facilitées par les subventions de la *Société des*

Amis de l'Université de Lyon. Qu'elle me permette de lui adresser ici mes bien sincères remerciements.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, sous la bienveillante et savante direction de M. DEPÉRET, auquel je tiens tout particulièrement à adresser mes respectueux remerciements. Les nombreux conseils et renseignements qu'il m'a donnés pendant mon séjour dans son laboratoire m'étaient précieux par l'autorité de sa haute compétence sur les terrains tertiaires.

L'étude du vaste territoire qui a fait l'objet de ce travail m'a mis en relations avec un grand nombre de personnes m'ayant fourni des renseignements divers et que je suis heureux de remercier ici.

L'étude des synclinaux tertiaires de la Chartreuse et des environs de Grenoble m'a été facilitée grâce aux renseignements et aux conseils précieux que M. KILIAN, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, a bien voulu me donner à maintes reprises. Il m'a également communiqué, de la façon la plus aimable, tous les échantillons de la riche collection de la Faculté, qui pouvaient m'être utiles.

A Chambéry, M. RÉVIL, président de la Société d'histoire naturelle de Savoie, qui m'a accompagné dans un grand nombre de mes courses, a mis à ma disposition la collection du Musée de Chambéry et m'a signalé nombre de faits nouveaux ou peu connus au sujet des terrains tertiaires de la Savoie.

Pendant mon séjour à Lausanne, M. RENEVIER, professeur de Géologie à l'Université, m'a fait profiter de sa profonde connaissance de la géologie de la Suisse occidentale et m'a facilité l'étude de la collection du Musée. M. GOLLIEZ, professeur de minéralogie à l'Université, et M. LUGEON, docteur ès sciences, assistant de géologie, avec lequel j'ai collaboré au tracé géologique des terrains tertiaires de la feuille d'Albertville, m'ont fait voir les points intéressants des couches tertiaires des environs de Lausanne. M. LUGEON m'a fourni en outre des renseignements encore inédits sur la tectonique du massif des Bauges.

MM. de Fellemberg et Studer à Berne, M. Duparc, professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université de Genève, M. Bedot, Conservateur du Musée, ainsi que MM. E. Ritter et Ch. Sarrasin, à Genève, m'ont fourni avec la plus grande amabilité les renseignements, les ouvrages et les échantillons se rapportant à mon étude.

MM. Mermier et Reymond ont mis également à ma disposition, avec le plus grand désintéressement, leurs collections de fossiles Tortoniens des environs de Chimilin et m'ont ainsi permis de donner un aperçu aussi complet que possible de cette faune intéressante.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à MM. Riche, chef de travaux de Géologie à la Faculté des Sciences de Lyon, Roman, préparateur, qui m'ont témoigné le plus grand intérêt pendant le cours de cette étude, et à MM. Vivien, A. Girardot et Rittener, qui m'ont fourni de nombreux renseignements sur les terrains tertiaires de la Savoie et du Jura.

Après un aperçu des diverses régions naturelles que j'ai parcourues, je passe à l'étude des différents terrains tertiaires, depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la fin du Pliocène, en adoptant une division (période nummulitique, comprenant une partie de l'Eocène et le Tongrien, et période néogène depuis l'Aquitanien jusqu'à la fin) justifiée par les variations correspondantes de la mer pendant ces périodes. Un résumé permet de se rendre compte, à la fin de chacune de ces grandes périodes, de l'histoire géologique de la région et des relations avec les dépôts de la Suisse orientale, ou de la partie méridionale de la vallée du Rhône.

Un dernier chapitre, enfin, est uniquement consacré à la description des formes animales nouvelles ou peu connues des terrains tertiaires supérieurs.

ÉTUDES

SUR LES

TERRAINS TERTIAIRES

DU DAUPHINÉ

DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION PHYSIQUE ET LIMITES DE LA RÉGION

Les terrains tertiaires, dont j'ai entrepris l'étude dans le Nord de la vallée du Rhône, le Jura méridional et la plaine Suisse, ont subi de profondes dislocations et ont été soumis à des érosions considérables. Aussi se trouvent-ils actuellement répartis en lambeaux plus ou moins isolés, difficiles à réunir les uns aux autres ; par suite, ils ne forment pas une région naturelle unique, facile à délimiter, tant au point de vue géologique qu'au point de vue géographique. Les plissements tertiaires qui ont affecté la région faisant l'objet de cette étude, l'ont divisée en plusieurs autres fort distinctes dont nous aurons à tenir compte dans le cours de ce travail.

Au Sud, j'ai pris comme limite le cours actuel de l'Isère, depuis son confluent avec le Rhône jusqu'à celui de l'Arly. C'est une limite que nous pourrons appeler géographique : il n'y a, en effet, aucune différence entre les sédiments tertiaires au Nord et au Sud de l'Isère.

La vallée actuelle de cette rivière, dans toute la plaine du Rhône, n'est qu'une vallée d'érosion relativement très récente. Vers Saint-Nazaire-en-Royans, l'Isère coule au pied des montagnes du Vercors, parallèlement à la direction des plis et même dans un synclinal, compris entre le petit anticlinal néocomien de Poliénas sur la rive droite et le premier anticlinal du Vercors sur la rive gauche. A partir du Bec de l'Echaillon, l'Isère qui a la direction N.-W. S.-E., coupe en cluse les plis de la Chartreuse et du Vercors jusqu'à Grenoble. En amont de cette ville, l'Isère vient du Nord-Est, parallèlement à la direction des plis alpins anciens du massif de Belledonne et coupe obliquement les prolongements des différents plis qui constituent le massif des Bauges.

Au Nord d'Albertville, la limite de la région que j'ai étudiée est nettement indiquée par le cours de l'Arly, le grand synclinal Nummulitique qui constitue la vallée de Serraval et du Reposoir, et par la chaîne crétacée des Aravis; au delà de la vallée de l'Arve, par le massif des Fiz et de Platé, et la chaîne de la Dent du Midi.

Au Nord de la vallée du Rhône, mes études ont surtout porté sur la Plaine Suisse, en y rattachant les premières chaînes (Pléiades) des Préalpes Fribourgeoises et, au Nord-Est de cette zone des Préalpes, la région correspondant à la zone de la Molasse plissée de la Suisse orientale.

La limite Ouest est à la fois une limite géologique et une limite géographique; c'est en effet le bord oriental du Plateau Central, depuis Valence, jusqu'au Nord de Lyon.

Quant à la limite N.-W. et N., je ne peux la définir à présent, car elle correspond à la limite maxima d'extension septentrionale de la mer Miocène, venant du Bassin Méditerranéen à l'époque du Miocène moyen (deuxième étage méditerranéen); d'après les travaux des géologues suisses, et plus récemment de M. Depéret, cette mer s'étendait à partir de Lyon par Saint-Claude, jusque vers Pontarlier, pour rejoindre de là la mer du Bassin de Vienne, en suivant sensiblement le pied méridional du Jura.

Ce vaste territoire, au moment où se déposait le Miocène

inférieur et moyen, formait un bassin d'affaissement entre les parties déjà émergées des Alpes et les restes de l'ancienne chaîne Hercynienne (Plateau Central français, Vosges et Forêt-Noire). Il s'étendait au Sud jusque dans la région méditerranéenne et, à l'Est, vers le Bassin de Vienne. Par suite des plissements alpins, il a été subdivisé en un certain nombre de régions naturelles. C'est ainsi que l'on peut distinguer de l'Ouest à l'Est :

1° **La région de la Plaine Française**, ou, plus exactement, une région de plaines et de plateaux, comprenant ce que Lory appelait les plateaux tertiaires du Bas-Dauphiné septentrional, formés essentiellement de terrains tertiaires (Miocène et Pliocène) et de terrains plus récents (Alluvions ante-glaciaires, glaciaires et post-glaciaires). Ces plateaux se continuent au Nord par la Bresse, dont une partie seulement a été recouverte, comme je le montrerai plus loin, par la mer Miocène. Cette région s'étend depuis le bord oriental du Plateau Central, jusqu'aux premières chaînes du Jura méridional, c'est-à-dire jusqu'à une ligne sensiblement Nord-Sud, passant par Cuiseaux, Saint-Amour, Coligny, s'infléchissant vers le S.-S.-E. une première fois à Courmangoux et une seconde fois à Pont-d'Ain vers Ambérieu, suivant ensuite, au delà du Rhône, le pied de la falaise de la Balme par Crémieu jusqu'à Saint-Quentin-Fallavier, laissant à l'Est les îlots calcaires de Saint-Quentin et Vaux-Milieu, la Grive-Saint-Alban, le plateau de Crémieu-Morestel, remontant vers le Nord le cours du Rhône, de Lagnieu au confluent du Guiers et redevenant ensuite sensiblement N.-S. le long de la chaîne jurassienne du mont Tournier et de la montagne de Raz jusqu'à Voreppe et au cours actuel de l'Isère.

Toute cette région a un aspect très uniforme; c'est une série de plateaux dont l'altitude maxima est de 964 mètres (signal de Baracuchet), séparés les uns des autres par de grandes plaines (Grand-Lemps, vallée de la Bourbre), ou par des vallées étroites transversales, dont l'altitude augmente régulièrement, à mesure qu'on se dirige vers l'Est. Les couches qui les constituent sont sensiblement horizontales, se relevant cependant vers l'Est, avec une pente très faible (1/300 environ). La régularité n'est troublée

que par les pointements granitiques de Vienne et de Saint-Vallier, prolongements du Plateau Central sur la rive gauche du Rhône et, un peu plus au Nord, par les affleurements de gneiss et de terrains houillers de Ternay-Communay, près de Givors ; ceux-ci ne sont que le prolongement du synclinal houiller de Saint-Etienne. Vers le Nord-Est, il reste encore à signaler le petit îlot de gneiss fortement granitisé et de schistes houillers de Chamagnieu. Jusque dans ces derniers temps, on le rattachait au synclinal de Saint-Etienne ; les sondages effectués pour la recherche de la houille, outre les renseignements importants qu'ils ont fournis sur la constitution géologique du Bassin du Rhône, ont permis à M. Termier [1] de constater que l'affleurement houiller de Chamagnieu appartient à un autre synclinal que celui de Saint-Etienne, dont le prolongement à partir de Communay est suivant une ligne Nord-45°-Est.

2° **Plaine Suisse.** — Une seconde grande plaine, également constituée par un grand bassin d'affaissement, existe entre le Jura et les premières chaînes alpines. Je la désignerai sous le nom général de Plaine Suisse, en y comprenant l'ensemble des collines molassiques des environs de Zurich, de Lucerne et de Berne, le plateau du Jorat, et, au Sud du lac Léman, le plateau des Bornes, la plaine d'Annecy et la grande vallée de Rumilly à l'Ouest du chaînon jurassien de la Chambotte. Les couches tertiaires y sont disposées régulièrement en fond de bateau ; elles se relèvent à l'Est contre les chaînes alpines et à l'Ouest contre les chaînes jurassiennes. La disposition actuelle de ces dépôts est cependant beaucoup moins continue que dans la vallée du Rhône. Entre le plateau du Jorat et celui des Bornes, s'étend en effet la vaste nappe d'eau qui constitue le lac Léman et dont l'origine a été si longtemps discutée. Il semble bien prouvé aujourd'hui que la fosse du Léman est une vallée d'érosion, creusée par un Rhône miocène et dont l'histoire géologique, intimement liée, comme

[1] Termier, Résultats d'un sondage pratiqué dans la commune de Saint-Bonnet-de-Mure (Isère). *(C. R. séances, Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XXIII, p. 8, 1895.)

celle de tous les grands lacs subalpins, aux plissements alpins, peut se résumer de la façon suivante :

a) La vallée alpine du Rhône a débuté avec les premiers soulèvements alpins, se creusant à mesure que les Alpes se soulevaient à une altitude de quelques centaines de mètres supérieure à l'altitude actuelle ;

b) Au moment de l'affaissement général des Alpes qui a amené la région à l'altitude actuelle, l'affaissement étant limité aux Alpes, il s'est produit une contre-pente sur le cours des fleuves ; les eaux sont devenues stagnantes et ont reflué dans les vallées alpines, formant le lac Léman, après la fonte générale des glaciers qui ont recouvert la Plaine Suisse ;

c) A partir de ce moment a commencé une période de comblement progressif qui dure encore.

Outre le lac Léman, il existe encore un autre accident géologique ; je veux parler de cet anticlinal particulier du Salève qui naît au milieu de la plaine, près de Lovagny et, sensiblement dirigé S.-W. N.-E., se prolonge au delà du Salève proprement dit, sur une longueur de plus de 200 kilomètres, par l'axe anticlinal principal de la molasse des géologues suisses. C'est, aussi bien par le faciès des dépôts qui la constituent, que par sa position géographique, une chaîne intermédiaire entre les chaînes alpines des Préalpes et les chaînes du Jura méridional. Entre cet axe et le Jura, les dépôts tertiaires sont sensiblement horizontaux ; au contraire, à l'Est de cette ligne anticlinale, les couches, comme je le montrerai dans le courant de cette étude, sont fortement disloquées.

3° **Jura**. — Entre cette grande dépression de la plaine Suisse et celle de la vallée du Rhône, s'élève aujourd'hui un massif montagneux qui correspond à ce que j'appellerai le Jura méridional. Les plis qui constituent la terminaison du Jura, comprenant ce que M. Haug appelle le *faisceau jurassien*, parmi les régions naturelles des Alpes, appartiennent tous à la région des hautes-chaînes du Jura. Lorsqu'on les suit vers le Nord, ils se compliquent par dédoublement et surtout par l'adjonction des autres zones du Jura : la zone des plateaux, à partir du Rhône et la zone du vignoble, à

partir de Verzon, au nord de Bourg. Ce sont, en général, des plis anticlinaux dirigés sensiblement N.-S., et légèrement déversés à l'Ouest, entre lesquels, au moins dans la partie méridionale, pénètrent de longues bandes synclinales de terrains tertiaires (Oligocène et Miocène). Dans le Jura central, les synclinaux sont beaucoup plus nombreux et ont subi une érosion considérable ; aussi, les dépôts tertiaires, qui recouvraient primitivement toute la chaîne, n'existent-ils plus qu'en lambeaux isolés dont j'aurai à parler incidemment.

L'étendue vers le Sud et la limite exacte à l'Ouest, est encore actuellement fort discutée ; aussi, comme j'aurai, à chaque instant, dans le courant de cette étude, à m'occuper des synclinaux tertiaires, je tiens à préciser davantage les différents plis que je rattache à cette zone, d'après les nombreuses courses que j'ai faites dans toute cette région. En partant de la vallée du Rhône et se dirigeant vers l'Est, les premiers dépôts jurassiens que l'on rencontre constituent les îlots de Saint-Quentin, l'Ile d'Abeau, la Grive Saint-Alban et l'île Crémieu, qui, d'après M. Riche [1], rejoindraient les chaînes interrompues du Jura, au niveau de Pont-d'Ain et de Courmangoux, puis, de là, les plateaux de Lons-le-Saulnier, à travers la Bresse et la Dombes. Derrière ces plateaux, on rencontre une série d'anticlinaux et de synclinaux jurassiens que je désignerai de la façon suivante, de l'Ouest à l'Est :

I. **Chaîne du mont Tournier.** — C'est le prolongement nord de la chaîne de l'Echaillon qui se continue au delà de l'Isère par la Malossane, la montagne de Ratz formée par les terrains infracrétacés ; les terrains du Jurassique supérieur n'existent qu'en profondeur, comme le montre la coupe classique de la cluse de Chaille. Interrompu à la hauteur de La Bridoire, où il est recouvert par la molasse marine, cet anticlinal se continue par la chaîne du M[t] Chaffarou, au nord de laquelle il se dédouble pour former, comme l'a fort bien indiqué M. Hollande [2], un anticlinal secon-

[1] A. Riche, Étude stratigraphique sur le Jurassique inf. du Jura méridional (*Ann. de l'Université de Lyon*, t. VI, 3e fasc., p. 16, 1893).

[2] D. Hollande, Contact du Jura méridional et de la zone subalpine, aux environs de Chambéry (*Bull. Serv. Cart. Géol.*, n° 29, 1892).

daire jurassique, vers Saint-Maurice de Rotherens. Au Nord de la cluse de Yenne, son prolongement constitue la montagne des Parves, la montagne boisée de Cormaranche, à l'Est de Belley. Sur la plus grande partie de son parcours, cette chaîne est un anticlinal formé par des dépôts appartenant au Jurassique supérieur, que surmontent les assises Néocomiennes; celles-ci peuvent manquer en certains points (col de la Crusille); le crêt du pli est à regard français et légèrement déversé à l'Ouest. Au delà du Rhône il y a même chevauchement.

1. **Synclinal de Novalaise.**— Il offre le curieux lac d'Aiguebelette [1], qui paraît être une cavité dans la roche molassique en place, due sans doute à un effort orogénique ou à un effondrement postérieur au plissement. Ce lac se trouve en effet situé à un coude du synclinal, en face de l'interruption que j'ai signalée dans la chaîne du Mont-Tournier. Ce synclinal qui, au Sud du lac d'Aiguebelette, rejoint à Voreppe celui de Saint-Jean de Couz, se prolonge au Nord par Yenne et les marais de Lavaux, et, sur la feuille de Nantua, par le grand synclinal du Val Romey. Celui-ci, très large au niveau de Champagne, va en se rétrécissant beaucoup vers le Nord; j'en vois la continuation dans le petit synclinal de la combe d'Evuaz [3], la combe de sur l'Etau, la combe du Lac, le synclinal urgonien du Bois d'Amont et du lac de Joux.

II. **Anticlinal du mont Grelle, l'Epine, mont du Chat.** — C'est un anticlinal à noyau jurassique (M. Révil y a signalé le Bajocien), à couverture Néocomienne et Urgonienne. Au Sud, au niveau de Saint-Jean-de-Couz, il se divise en deux anticlinaux, dont le plus occidental va finir sous la Molasse et les alluvions aux Echelles; le second se prolonge un peu plus au Sud, formant la montagne de Saint-Christophe-la-Grotte jusque près de Saint-Laurent, où se produit la réunion des deux synclinaux

[1] Pour les différents lacs de la région, consulter A. Delebecque, *les Lacs du Dauphiné*, 1894, et les diverses publications de cet auteur.

[2] H. Schardt (Etudes géologiques sur la première chaîne du Jura.— *Bull. Soc. Vaud. sc. Nat.*, vol. XXVII, p. 69, 1891) considère plutôt la combe d'Evuaz comme le prolongement du synclinal de Montanges (partie occidentale du synclinal de Bellegarde).

de Novalaise et de Couz. Entre les deux, se trouve le petit synclinal secondaire de Saint-Christophe, entièrement rempli par la molasse marine à *Pecten præscabriusculus*, se redressant fortement à l'Est et à l'Ouest. Au Nord, au delà du canal de Savière, le petit monticule du *Mollard de Vions* permet de rejoindre l'anticlinal du mont du Chat avec le Colombier. La direction qui était jusque-là sensiblement N.-S., subit, à la hauteur de Culoz, une inflexion assez brusque et devient alors S.-W. N. E.[1], direction que l'on peut suivre, à travers le Jura, par Montanges, Champfromier, le crêt de Chalam, Lajoux, la Forêt de la Frasse, etc. Nous avons affaire, en effet, à une de ces hautes chaînes du Jura dont le parcours très régulier se poursuit sur des longueurs considérables. La voûte anticlinale est plus ou moins régulière, toujours déversée vers l'Ouest; la partie supérieure a été érodée dans la région de Chambéry. Cette chaîne était pour Ch. Lory, la dernière chaîne jurassienne issue du Bas Bugey.

2. **Synclinal de Chambéry.** — Le long anticlinal du mont du Chat forme la bordure occidentale d'un synclinal très important, auquel je donnerai le nom de Synclinal de Chambéry. Au Sud, au delà de Saint-Jean-de-Couz, confondu avec celui de Novalaise, il se continue entre la montagne de Ratz et l'anticlinal de la Dent de Sure, dans la Chartreuse, formant le synclinal de Saint-Laurent-du-Pont et de Voreppe. Vers Saint-Jean-de-Couz, ce synclinal fortement rétréci ne renferme plus que du Crétacé supérieur (Lauzes à *Ananchytes ovata* et *Belemnitella mucronata* du Sénonien); il reste encore très étroit dans toute la vallée de Couz et ne s'élargit que dans la grande plaine alluviale de Chambéry; il forme, un peu plus au Nord, la cuvette du lac du Bourget entre le mont du Chat à l'Ouest, la colline de Tresserve et la Chambotte à l'Est. D'après M. Delebecque[2], ce lac, compris nettement entre deux anticlinaux jurassiens, se serait formé, comme les lacs subalpins

[1] Ce mouvement s'observait déjà dans les anticlinaux du Jura plus occidentaux et, d'après M. Marcel Bertrand, serait général pour toutes les chaînes à l'Ouest du Colombier.

[2] A. Delebecque, *loc. cit.*, p. 24.

de Suisse et d'Italie, par suite de l'affaissement général des Alpes. Je crois qu'il vaut mieux y voir le résultat du creusement de la vallée par les eaux d'un bras de la Durance, venant dans la plaine de Chambéry par la cluse de Montmélian.

Plus au Nord, ce synclinal se continue, par la vallée du Rhône, entre Chanaz et Bellegarde et s'incline alors légèrement vers l'Est, pour prendre sensiblement la direction S.-W. N.-E. La partie septentrionale du bassin Miocène de Bellegarde se divise en deux golfes : 1° le vallon de la Mantière forme celui de l'Est et se continue par le synclinal de la Valserine, jusqu'au delà des Rousses ; 2° le petit synclinal de Montanges à l'Ouest, brusquement interrompu par la grande faille de Champfromier ; il est difficile d'en voir, comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, le prolongement au Nord, dans le synclinal de la combe d'Evuaz, dont la différence d'altitude (500 mètres) est par trop considérable.

III. **Anticlinal Reculet-Chambotte.** — Dans la région située au nord de Bellegarde, le synclinal de la Valserine est nettement limité à l'Est par le pli faille du Reculet, pli faille dû à un déjettement bien visible vers l'Ouest. Au niveau de Bellegarde, le crêt de la Mantière (prolongement ou mieux dédoublement du crêt de Chalam), finit à la Mantière. Du Reculet provient encore, quoique en divergence complète avec les alignements des autres chaînes du Jura, l'anticlinal rompu du Vuache. La faille qui a provoqué la rupture de l'anticlinal du Vuache a laissé le jambage Est de l'anticlinal pour le chaînon du Vuache et le jambage Ouest pour le mont de Musiège au Sud de la chaine précédente. Selon Maillard [1], cette faille, qui se trouve nettement dans le prolongement de la faille du versant S.-W. de la Balme de Sillingy, est celle-là même qui provoque le décrochement que W. G. Colingwood [2] admettait pour les chaînes crétacées de part et d'autre du lac d'Annecy. Cette grande dislocation affectant à la fois des chaînes franchement jurassiennes et des chaînes alpines, d'ailleurs

[1] G. Maillard, *Bull. Serv. Carte Géol. de France*, n° 22, 1891.

[2] W. G. Colingwood, *The Limestone Alps of Savoy, a study in physical geology*, 1 vol. in-8, Orpington, 1884.

peu explicable, ne paraît pas, comme des études récentes de M. Lugeon [1] tendraient à le prouver, devoir être maintenue dans la région du lac d'Annecy.

Au Sud de Bellegarde, je considère le synclinal du Bourget comme nettement limité à l'Est par l'anticlinal du Gros Faoug et du mont Corsuet. Cet anticlinal, qui apparaît au milieu de la plaine tertiaire de Chambéry et d'Aix-les-Bains, comme un noyau anticlinal isolé, se rattache cependant très nettement au Nord au petit chaînon de la Mantière ; au Sud, il se prolonge par les rochers Urgoniens du Roi, de Voglans, d'Aix-les-Bains, dans l'anticlinal du Corbelet, mont Olheran. Vers Saint-Jean-de-Couz, cet anticlinal se dédouble, par suite d'une petite flexure dans l'Urgonien. Il forme, à l'Ouest l'anticlinal de la Dent de Sure, à l'Est un second anticlinal qui se prolonge à travers toute la partie méridionale de la Chartreuse et s'accidente de nombreux plis secondaires. Ch. Lory l'a limité par la faille de la Chartreuse. Entre ces deux anticlinaux, se trouve le petit synclinal molassique qui constitue le plateau des Égaux entre Corbel et Saint-Jean-de-Couz et qui se continue au Sud par le synclinal du vallon des Courriers, de Proveysieux, de Saint-Estèphe et, au delà de l'Isère, par le synclinal molassique de Saint-Nizier. L'allure générale de cette chaîne est celle d'une voûte plus ou moins rompue sur le flanc Ouest, formant parfois combe et avec crêts regardant l'Ouest. La masse principale appartient au crétacé inférieur : les trois étages Hauterivien, Valangien et Urgonien y sont très bien représentés.

Comme l'a fort bien indiqué M. D. Hollande [2], cet anticlinal constitue la dernière chaîne du Jura méridional ; il marque la limite d'extension de la Molasse marine dans le massif de la Chartreuse. C'est bien encore un anticlinal jurassien, non seulement parce qu'il est le prolongement méridional du chaînon de la Mantière, mais, en outre, parce que les terrains infracrétacés ont nettement le faciès jurassien. Il ne forme pas, comme l'admettait Ch. Lory, un pli

[1] Renseignement inédit qui m'a été communiqué par M. M. Lugeon.

[2] D. Hollande, *loc. cit. Bull.* n° 29, p. 11. D'après cet auteur, le Jurassique supérieur aurait cependant déjà le faciès alpin.

faille continu ; on voit, en effet, très nettement la voûte anticlinale comme je l'ai fait remarquer[1] (au-dessus de Saint-Thilaud-de-Couz, route du Frou, etc.).

Entre cette dernière chaîne jurassienne et les chaînes alpines, se trouve le prolongement de la Plaine Suisse, c'est-à-dire le synclinal de Rumilly et, au Sud de Chambéry, le petit synclinal Tertiaire et Sénonien de la Croix-du-Mollard, de la Frassette, du Couvent.

Région alpine. — A l'Est de la Plaine Suisse et de son prolongement méridional, tel que je viens de le définir, on rencontre les premières chaînes alpines. Ce qui reste du massif de la Chartreuse se rattache d'une façon très nette au massif des Bauges et du Génevois au Nord du lac d'Annecy. Ce dernier massif se termine à la vallée de l'Arve, vers laquelle tous les plis semblent converger. Toute cette région qui, au premier abord, semble être complètement séparée des trois régions naturelles, dont il vient d'être question, s'y rattache cependant d'une façon étroite. En effet, la mer Miocène (mer Molassique, *sensu stricto)* n'a point pénétré dans les synclinaux intérieurs des Bauges ou des Préalpes, mais l'existence simultanée, dans les régions précédentes et dans les synclinaux alpins, de couches Oligocènes, soit marines (Tongrien), soit d'eau douce (Aquitanien), déposées dans des dépressions primitivement réunies, m'a amené à m'occuper également des dépôts tertiaires de ces dernières régions et par suite à aborder la question encore fort discutée des terrains Nummulitiques de la Savoie.

Comme dans le Jura méridional, les dépôts tertiaires du faisceau du Genevois se trouvent aujourd'hui localisés dans des synclinaux, formant des bandes allongées plus ou moins étroites et dont l'altitude croît d'une façon très régulière de l'Ouest à l'Est. Aussi vais-je commencer par donner rapidement l'énumération des différents plis qui constituent le massif des Bauges[2], tels que des obser-

[1] H. Douxami, Compte rendu d'une excursion géologique à Saint-Pierre d'Entremont *(Bull. Soc. des sc. natur. de Savoie*, 1895).

[2] Je ne me trouve en aucune façon d'accord avec la plupart des auteurs qui se sont ccupés de la tectonique de cette région, en particulier MM. W. G. Collingwood,

vations inédites de M. LUGEON et de nombreuses observations personnelles m'ont amené à les comprendre.

IV. **Semnoz.** — Le pli le plus occidental que nous rencontrions, constitue la *chaîne du Semnoz*, qui naît aux portes d'Annecy, avec la montagne de la Jeanne et se continue, après la cluse du Chéran, par la montagne de la Cluse, le Revard et le Nivolet. Ce premier pli doit être considéré plutôt, comme intermédiaire entre le Jura et les Alpes, tout comme le Salève, dont il est sans doute le prolongement méridional légèrement déjeté à l'Est. Cette chaîne a, en effet, l'allure des chaînes jurassiennes : c'est un anticlinal sensiblement N.-S. déjeté à l'Ouest, formant une voûte d'abord complète aux environs d'Annecy ou à la cluse du Chéran, puis rompue vers Aix-les-Bains et Chambéry, où l'on voit affleurer le noyau jurassique par suite de l'érosion et où il présente plusieurs plissements secondaires. Le Valangien, l'Hauterivien et l'Urgonien ont nettement un faciès jurassien ; par contre, le Jurassique et le Sénonien ont un faciès alpin. Le Sénonien, que j'ai, le premier, signalé sur le versant oriental de la montagne de la Cluse, se présente non pas comme à Saint-Jean-de-Couz, à l'état de dalles (lauzes) à *Ananchytes*, *Bel. mucronata*, mais à l'état de calcaire blanc, en lits minces, comme dans les Bauges proprement dites, et ne contient guère comme restes organisés que de mauvais moules d'*Inocérames*.

Vers Annecy, peu après sa naissance au milieu des couches tertiaires et quaternaires de la plaine, ce pli présente un petit synclinal secondaire, formant le vallon molassique de Sainte-Catherine. Au niveau de la cluse du Chéran, l'axe subit un abaissement considérable. Le pli est brusquement interrompu à la cluse de Montmélian et reparaît au Sud, dans le massif de la Chartreuse, pour former le mont de Joigny et le Granier, jusqu'au roc de l'Aiguille.

D. HOLLANDE, et plus récemment M. HAUG (Etudes sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de la Savoie.— *Bull. Serv. Carte Géol. de la France*, nº 47, 1895). Ils admettent tous les trois un décrochement des plis, au niveau du lac d'Annecy et suivant la vallée du Chéran. Ce dernier décrochement, en particulier n'existe pas, bien que la carte de la Savoie, de LORY, PILLET et VALLET, semble l'indiquer.

4. **Synclinal de Leschaux, Lescheraines, le Désert.** — Le synclinal qui traverse les Bauges, depuis Sévrier sur le lac d'Annecy, par Leschaux, Lescheraines, Saint-François-de-Sales, le Désert, est l'un des plus importants pour l'étude des terrains tertiaires en Savoie. Au delà de la cluse de Montmélian, il se continue par la vallée haute synclinale du mont Granier et de Bellefont où le Sénonien est le terrain le plus récent.

Au moment où ce synclinal rencontre la vallée du Chéran, il se dédouble en deux ; la partie occidentale constitue le synclinal du Désert dont je viens de parler ; la branche orientale forme la vallée étroite *synclinale des Aillon* [1] et le synclinal de la Roche-du-Guet où elle est coupée par l'Isère ; elle passe alors, sans doute, sur la rive gauche de cette vallée. Entre ces deux synclinaux, se trouve le grand *pli faille du Margeriaz* qui naît sur les bords mêmes du Chéran et se continue jusqu'à la cluse de Montmélian par la Boisserette. Les plis alpins véritables ne commencent qu'à l'Est de ceux-là ; on en trouve le prolongement, au Nord du lac d'Annecy, dans la région du Génevois. Ils sont, en général, orientés sensiblement N. N.-E., S. S.-W., d'allure très régulière, et presque toujours légèrement déjetés à l'Ouest ; au Sud, ils sont tous coupés par la vallée de l'Isère, entre Montmélian et Albertville. Au delà de cette vallée, leurs prolongements sont complètement inconnus ou fortement hypothétiques.

Je me contenterai, pour le moment, d'énumérer rapidement les principaux plis, me proposant d'y revenir, un peu plus loin, dans l'étude détaillée des synclinaux. Ce sont, de l'Ouest à l'Est :

L'anticlinal de la Buffa, qui, au delà du Chéran, constitue l'anticlinal occidental du Colombier-du-Châtelard (Dent de Rossane).

Le synclinal d'Entrevernes, qui se prolonge au delà du Chéran, par le synclinal du Colombier-du-Châtelard.

L'anticlinal de la Thuile, col de Chérel, Ecole, Sainte-Reine.

Le synclinal du Charbon, qui se dédouble près de Jarsy, dans la vallée du Chéran.

[1] Ce fait a été bien mis en évidence par M. Hollande ; pour M. Haug, le synclinal des Aillons serait la continuation déjetée de celui d'Entrevernes.

L'anticlinal du Trélod.

Puis vient la série des plis de la partie tout à fait orientale des Bauges ; elle est fort compliquée, mal connue et comprend les anticlinaux de la Roche-Torse, de la Sellive et les synclinaux de Bellevaux et de Tamié. Le synclinal de Bellevaux est le pli le plus oriental des Bauges qui contienne encore des dépôts nummulitiques ; il faut aller dans le prolongement septentrional du synclinal de Tamié, au delà de Faverges, pour retrouver les dépôts nummulitiques de la vallée de Serraval, au Reposoir. Tous ces plis sont coupés en cluse par le Chéran qui ne constitue pas, comme je l'ai fait déjà remarquer plus haut, un accident tectonique *(décrochement)*; les plis se correspondent de la façon la plus nette de part et d'autre de la vallée ; seuls les axes de ces plis, aussi bien pour le Semnoz que pour les plis franchement alpins, du Pont-de-l'Abîme au delà de Jarsy, subissent un abaissement considérable au niveau de la vallée du Chéran.

CHAPITRE II

PÉRIODE PRÉNUMMULITIQUE ET NUMMULITIQUE

Période prénummulitique

Quel aspect présentaient les Bauges, la plaine Suisse, le Jura méridional et la vallée du Rhône à la fin de l'ère secondaire. En un mot cherchons à reconstituer la géographie physique de ces régions au début de l'ère tertiaire.

Les terrains les plus anciens qui affleurent appartiennent au Trias et au Lias. On ne les connaît que dans quelques points seulement de la bordure du Jura ; ils sont à l'état de marnes bariolées et de gypse pour le Trias, de marnes avec bancs calcaires pour le Lias, et, sur la bordure orientale du massif des Bauges, à l'état de grès (Quartzites), de calcaires magnésiens dolomitiques (cargneules), d'anhydrite et de gypse ; ils prennent une complication de plus en plus grande, à mesure qu'on s'avance vers la Tarentaise. D'après ce faciès, on avait là, à l'époque Triasique, comme sans doute sous le Jura, une masse d'eau peu profonde, analogue à celle qui existait dans la première zone alpine. Ces dépôts appartiennent au géosynclinal extérieur des Alpes ou tout au moins à une dépression qui communiquait avec lui.

Pendant tout le Jurassique, on ne constate aucun mouvement,

sinon des mouvements généraux d'affaissement oud'exhaussement. Dans les Bauges, en effet, la sédimentation paraît avoir été continue du Trias au Gault. Le Jurassique inférieur a nettement un faciès pélagique. Pendant toute la durée du Jurassique moyen et supérieur, le faciès calcaréo-vaseux occupait un espace très considérable : le faciès dit provençal existe dans tout le massif des Bauges y compris le Semnoz, le Salève et les Voirons au Nord. Le faciès jurassien, qui ne présente jamais un caractère franchement littoral, mais qui paraît correspondre à des dépôts de mers moins profondes que les dépôts calcaréo-vaseux, existait dans tout le reste de la région que j'ai étudiée.

Les limites des faciès jurassiens et alpins ont subi pendant la durée de la période Jurassique, de nombreuses oscillations, en relation avec les mouvements généraux auxquels je faisais allusion, un peu plus haut. Aussi voit-on s'intercaler, aux environs de Chambéry, des couches à faciès jurassien, au milieu des couches à faciès alpin et vice versa. M. Révil a montré ainsi que le Jurassique et le Crétacé inférieur du Lémenc et de Montagnole, présentent une série de dépôts identiques à ceux de la série correspondante de la région Delphino-Provençale.

A la fin du Jurassique, l'océan Corallien a été refoulé à l'Ouest et a déposé un puissant ensemble de calcaires blancs pétris de coraux, sur l'emplacement actuel du Jura : les calcaires de Portlandien et du Kimméridgien présentent partout, dans la partie occidentale de la région, un faciès nettement Jurassien avec bivalves, et des dépôts coralligènes (l'Echaillon, Lémenc, Cirin, Salève).

Au Portlandien, des mouvements ont eu lieu, assurant déjà au massif des Bauges une sorte d'individualité. Les formations lacustres du Purbeck qui existent à la Chambotte au-dessus du du village de Grésine, se retrouvent au-dessus du château de Bordeau, le long de la route du Mont du Chat, au sommet de la montagne de l'Epine, dans la chaîne du Mont Tournier, au col du Banchet, à la cluse de Chaille, au défilé de Yenne, au Val de Fier, en un mot dans tout le Jura méridional ; elles indiquent qu'il existait, sur toute cette région, un vaste lac, s'étendant assez loin vers

le Nord, tandis que, plus à l'Est, à partir de la chaîne du Semnoz, tous ces dépôts ont un faciès pélagique à céphalopodes. Les couches Berriasiennes des Bauges sont identiques à celles qui existent plus au Sud.

Toute la région se retrouve cependant sous les eaux marines avec le Valanginien. Certaines parties, formant haut-fond, permettent la formation de petits récifs coralliens (pré de l'Eau qui sonne, chaîne du Corbelet). Le faciès jurassien existe aussi bien dans les Bauges [1] que dans le Jura méridional, pour tous les dépôts infra-crétacés. Cependant, à mesure qu'on s'avance vers l'Est, le Valanginien et l'Hauterivien prennent un faciès de plus en plus schisteux (environs de Faverges), indiquant une augmentation de profondeur de la mer, dans cette direction.

Le faciès Urgonien, avec ses calcaires blancs à *Requienies*, envahit le Barrêmien et l'Aptien. Ces dépôts jouent un rôle extrêmement important dans toutes ces chaînes, au point de vue orographique : ce sont eux qui constituent les hauts sommets des Bauges.

Il y a continuité parfaite entre ces dépôts et ceux du Gault. L'Albien, dans les chaînes de la Chartreuse (route du Frou, vallon des Courriers, etc.), comprend une assise inférieure de calcaires roux, sableux, grenus, contenant de nombreux débris de fossiles indéterminables. Je l'ai signalée à Saint-André, à l'entrée de la cluse du Fier et elle se retrouve également dans les chaînes jurassiennes. C'est sous ce faciès que le Gault se présente dans les Bauges (Trélod, Bellevaux) et même au delà du lac d'Annecy (Grand-Bornand, mine de Momtmin). Au-dessus, on a une couche supérieure, formée de grès assez grossiers, très glauconieux, avec grains de sables ; puis des lits marno-calcaires, avec fossiles de phosphate de chaux, qui existent aussi dans les Bauges (synclinal du Désert, Chalet du Lac, au Colombier, au Châtelard, aux Garins près du Châtelard) et qui rappellent tout à fait le faciès du Gault de la Perte du Rhône à Bellegarde. Ces dépôts du Gault ne constituent plus aujourd'hui que de petits lambeaux épars et peu impor-

[1] Le faciès à *Ostrea rectangularis* se retrouve dans le Dauphiné, au Semnoz, au Salève.

tants ; ils ne sont que les restes de la nappe qui recouvrait primitivement toute la région ; elle a été démantelée par l'érosion. D'après un grand nombre d'auteurs, ces couches sableuses ont fourni une grande partie des matériaux de la Molasse : certaines Molasses sont identiques aux grès du Gault, comme si l'origine des matériaux de ces deux terrains, d'âges différents était la même.

Des mouvements orogéniques importants se sont produits à la fin de l'Albien, éloignant considérablement la mer des régions qui nous occupent. On ne connait, par exemple que quelques rares dépôts Cénomaniens à l'Ouest du Jura ; la mer Cénomanienne était cantonnée au Nord et au Sud. Il en est de même du Turonien qui n'existe dans la région Rhodanienne que beaucoup plus au Sud. Ces mouvements anté-Sénoniens, déjà connus dans les Alpes orientales en Algérie, ont été signalés plus récemment par M. P. Lory[1] dans le Dévoluy. La mer Sénonienne envahit de nouveau la région ; la transgression marine est bien marquée dans les Bauges, par l'existence, à la base des dépôts Sénoniens, d'un *conglomérat calcaire avec nombreux grains de glauconie et nombreux éléments empruntés au Gault ;* il repose en général sur le Gault, parfois sur l'Urgonien. M. Lugeon et moi avons, les premiers, signalé son existence dans les Bauges et les chaînes du Génevois. Il est surmonté par des couches de calcaire blanc à cassure esquilleuse, se délitant facilement et qui se terminent par des bancs de calcaires noirs fétides. Dans les chaînes du Jura (Chartreuse, le Sénonien est généralement à l'état de calcaires siliceux, connus sous le nom de *Lauzes* et qui contiennent les fossiles de la craie du Bassin de Paris.

Après le Sénonien, pendant toute la fin de la période Crétacée et de l'Eocène inférieur, la région était complètement émergée et soumise par conséquent à l'action des agents atmosphériques, action très active comme je le montrerai un peu plus loin, par l'étude des dépôts Tertiaires inférieurs.

Ce rapide exposé de l'histoire géologique des Bauges et du Jura

[1] P. Lory, *C. R. séances Soc. Géol.*, 1895, 3e série, t. XXIII, p. CXL.

méridional pendant l'ère Secondaire permet de mettre en évidence deux faits fort importants :

1° La différenciation des Bauges (et plus généralement du faisceau du Génevois de M. Haug) d'avec le Jura méridional s'est manifestée dès la période Secondaire (au Pürbeck, au Sénonien).

2° Les Bauges ont été affectées par des mouvements anté-Sénoniens qui avaient déjà préparé l'émersion définitive de ce massif et que nous allons voir se continuer pendant l'ère Tertiaire.

ÉTUDE DES DIFFÉRENTS TERRAINS TERTIAIRES

J'ai préféré, pour exposer les résultats de mes recherches, examiner les terrains les uns après les autres, plutôt que de faire la description systématique et un peu monotone des différents synclinaux. Les lambeaux tertiaires qui existent dans ces synclinaux étaient, en effet, autrefois réunis les uns avec les autres. Cette méthode aura, en outre, l'avantage de permettre, pour ainsi dire à chaque instant, de reconstituer la géographie physique de la région et de suivre les différentes modifications qu'elle a subies avant de posséder son relief actuel.

Les terrains, dont j'ai eu à m'occuper, se rattachent aux dépôts de toute l'ère Tertiaire, depuis l'Éocène inférieur jusqu'au Pleistocène. Je les ai groupés de la façon suivante :

1° *Terrains Éocène inférieur et moyen* (lacustre et continental) ;

2° *Terrains Nummulitiques des Alpes de Savoie* embrassant des couches d'âge Eocène moyen (partie supérieure), Eocène supérieur et tout l'Oligocène (dépôts marins intimement liés les uns aux autres) ;

3° *Terrains Miocènes*[1] ;

[1] Je prends ici provisoirement Miocène dans son sens le plus large, tel que le comprennent les géologues suisses, c'est-à-dire embrassant l'Aquitanien et le Miocène proprement dit.

4° *Terrains Pliocènes.*

La suite de ce travail montrera que ces divisions correspondent à des ensembles de couches bien homogènes et reliées intimement les unes aux autres, alors que ces différents ensembles se distinguent facilement les uns des autres, soit par la nature des dépôts, soit par la localisation de ces dépôts. Ces localisations sont d'ailleurs en relation intime avec des mouvements du sol, par lesquels se sont peu à peu individualisées les différentes régions naturelles que j'ai distinguées au chapitre précédent.

Terrains éocène inférieur et moyen.

§ 1. **Eocène inférieur.** — Jusque dans ces derniers temps, l'étude du groupe Éocène, dans la vallée du Rhône, avait été beaucoup moins approfondie que celle des autres terrains, malgré le grand nombre de travaux régionaux où il en est question. Dans une note récente, M. Depéret[1] a donné un résumé synthétique de l'histoire des dépôts Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône.

Le mouvement d'émersion qui s'y fait sentir dès le Sénonien, a fait émerger, en particulier, toute la région occupée par la vallée actuelle du Rhône et de la Saône, le Jura et la plus grande partie de la plaine Suisse. M. Depéret a montré que, dans toute la vallée du Rhône, on avait à l'Eocène inférieur et moyen un puissant ensemble *fluvio-lacustre*, *entièrement d'eau douce*, représenté par des marno-calcaires dans la Basse-Provence. On peut y reconnaître, grâce aux fossiles, le Thanétien et le Sparnacien. Quand on s'avance vers le Nord, ce faciès d'eaux tranquilles disparaît ; le faciès fluvio-lacustre devient dominant et l'on peut distinguer, dans les localités où cet ensemble est le plus complet, la succession suivante :

[1] Ch. Depéret, Note sur les groupes Éocène inf. et moyen de la vallée du Rhône (*Bull. Soc. Géol. de France*, 1894, 3e série, t. XXII, p. 683).

1° A la base, des sables bigarrés (alternant souvent à la partie inférieure avec les calcaires Daniens de Rognac);

2° Quartzites lustrés, souvent mouchetés de rose;

3° Argiles réfractaires bigarrées.

C'est uniquement avec ce faciès que se présenteront les dépôts dans la région septentrionale du Bassin du Rhône. Toujours très friables, ils ont été naturellement attaqués fortement par l'érosion et n'existent plus qu'en lambeaux, conservés, soit parce qu'ils ont été recouverts par des terrains plus récents (vallée du Désert près de Chambéry), soit dans des poches de terrains plus anciens (Proveysieux, Saint-Jean-de-Couz). Dans la vallée de Proveysieux, ou près de Voreppe, ils présentent la composition suivante :

1° A la base, des sables quartzeux plus ou moins purs, rougeâtres;

2° Des argiles rouges, réfractaires, activement exploitées encore aujourd'hui, le long du chemin de Proveysieux au col de la Charmette[1].

Ces dépôts forment une bordure presque continue sur les deux flancs du petit synclinal tertiaire de Proveysieux. Ils se retrouvent encore au delà du col de la Charmette, formant des poches plus ou moins étendues dans le calcaire Urgonien. Celui-ci est toujours fortement coloré en rouge, par les sels de fer, dans le voisinage de ces poches. On peut les suivre, tout le long du chemin descendant à Saint-Laurent, jusqu'au delà du sentier du Pas de la Cochette et dans l'intérieur du massif, à la grange d'Arpizon, au milieu de la forêt de la Grande-Chartreuse.

A la Malossane, près de Voreppe, comme Lory[2] l'a depuis longtemps signalé, on exploite également ces sables et argiles bigarrés, colorés en rouge par de l'oxyde de fer, dans des poches creusées par érosion dans le calcaire Urgonien. Là, comme aux environs de Saint-Jean-de-Couz (carrière Milloz et carrière aban-

[1] Ces dépôts sont utilisés pour la fabrication des briques réfractaires employées dans la construction des hauts fourneaux. Les exploitations marquées sur la feuille de Grenoble par Ch. Lory sont maintenant complètement abandonnées. Les exploitations actuelles sont un peu plus au Nord, des deux côtés de la vallée; l'exploitation de la rive droite du ravin est à plus de 1100 mètres d'altitude.

[2] Ch. Lory, *Descrip. géol. du Dauphiné*, p. 386, 1860.

donnée de Gerbaix), on remarque, au milieu de ces dépôts, des silex qui se présentent sous deux aspects bien différents. Tantôt ce sont des silex non roulés, à arêtes vives, identiques à ceux qui existent dans les dépôts de la Craie (Lauzes de Saint-Jean-de-Couz), et des fossiles siliceux de la Craie *(Cidaris, Echinoconus, Ananchytes)*; tantôt des silex plus blancs que les précédents, ou colorés en rouge, qui sont manifestement roulés et qui paraissent, par suite, provenir d'assez loin. Ces deux espèces de silex se retrouvent encore sur le plateau du Désert (près de Chambéry) à En Glaise (ancien poudingue polygénique de M. Hollande) et au Pré des Maréchaux, à la base des terrains tertiaires. La présence des premiers silex ainsi que des fossiles de la craie a amené M. Kilian à admettre que, dans la plupart des cas, ces sables résultent du lavage et du démantèlement des dépôts Sénoniens; ceux-ci auraient eu une extension beaucoup plus grande que celle indiquée par les affleurements actuels. Ces dépôts ont pu être partiellement enlevés, comme à Saint-Jean-de-Couz, ou ont complètement disparu, comme cela arrive pour les environs de Voreppe[1] ou le Plateau des Déserts.

Dans le prolongement Nord du synclinal de Voreppe, on retrouve encore, à Saint-Jean-de-Couz, des dépôts identiques à ceux de Voreppe. La carrière Millioz, la seule actuellement exploitée, nous offre une coupe fort intéressante; elle comprend de bas en haut, d'après MM. Kilian et Révil[2] :

1° Lauzes Sénoniennes ;

2° Sables et argiles à silex remaniés sur place et contenant des fossiles Sénoniens *(Bélemnitelles, Oursins)* bien conservés (Eocène inférieur) ;

3° Marnes rouges avec galets de quartz à la base (Tongrien) ;

4° Marnes rouges avec banc de calcaire lacustre très siliceux (Aquitanien) ;

[1] M. Kilian m'a signalé cependant un lambeau de Sénonien qui a résisté à l'érosion, près de l'église de Voreppe.

[2] Kilian et Révil, Revision des feuilles de Grenoble et Vizille *(C. R. des Collaborateurs des Services de la Carte Géologique de France*, 1894, p. 128).

5° Molasse marine en transgression marquée, renfermant des dents de *Lamna* et de *Carcharodon megalodon*.

Ces auteurs voient dans les couches de calcaire lacustre, d'ailleurs sans fossiles, l'équivalent de l'Aquitanien, en rapport avec les marnes bigarrées de la vallée, où l'on trouve *Helix Ramondi*. M. Hollande[1] rapporte à l'Aquitanien les dépôts rouges inférieurs au banc de calcaire siliceux ; ces couches sont, en effet, en discordance sur les couches sous-jacentes. Je ne connais pas, dans toute la région, ce faciès de calcaire siliceux dans l'Aquitanien, même dans les couches de la vallée de Proveysieux, placées également au-dessus des couches de l'Éocène inférieur ; je serais plutôt tenté d'y voir un équivalent du calcaire très siliceux, passant à une brèche de silex à ciment siliceux signalée à la forêt de Saou ou à Dieulefit[2]. Dans ces localités, ces couches ont fourni *Planorbis pseudo-ammonius*, *Limnæa Michelini*, ce qui détermine parfaitement leur âge Lutétien.

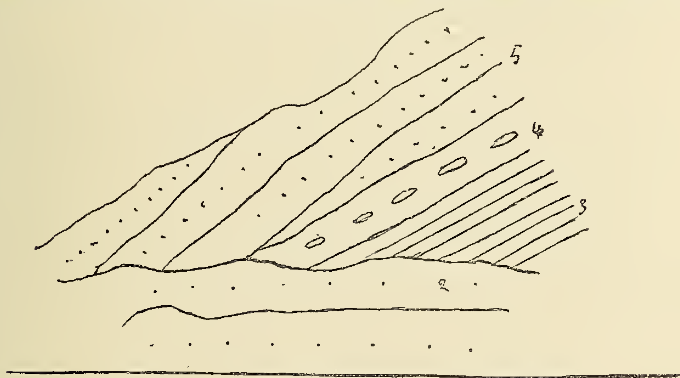


Fig. 1. — Carrière Millioz à St-Jean-de-Couz.

1 Argile blanche avec silex de la Craie ; 2 Argile rouge réfractaire ; 3 Argiles et marnes rouges ; 4 Conglomérat siliceux et calcaire ; 5 Molasse marine.

Je rapporte également à l'Éocène inférieur les dépôts du plateau des Déserts ; en particulier ceux que M. Hollande[3] a désignés sous le nom de poudingue à cailloux exotiques des chalets

[1] D. Hollande, Etude stratig. des terrains Tertiaires Oligocènes de la vallée des Déserts (près Chambéry) (*Bull. Carte géol. de la France*, n° 41, p. 2, 1895).
[2] Ch. Lory, *loc. cit.*, p. 382.
[3] D. Hollande, Etude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie, 1889.

d'En Glaise; ils se présentent sous forme de gravier, avec argile grossière (glaise), où, malgré de patientes recherches, je n'ai pu retrouver les cailloux de roches granitiques et porphyriques qu'y signale cet auteur; j'y ai reconnu seulement des silex roulés ou anguleux, comme à Saint-Jean-de-Couz et d'assez nombreux fragments de calcaire de la Craie. L'origine de ces dépôts est donc bien la même qu'à Voreppe. Aux Déserts, ils reposent directement sur l'Urgonien légèrement corrodé ; la craie, qui existait autrefois dans la vallée des Déserts, a complètement disparu par érosion. La partie supérieure de ces dépôts a d'ailleurs été légèrement remaniée par la mer Nummulitique et ne forme pas, comme l'admet M. Hollande dans une publication récente[1], la base des sédiments marins Nummulitiques des Déserts. Ces dépôts se retrouvent sur ce plateau, près du village des Charmettes[2], reposant encore sur l'Urgonien, avec les mêmes caractères; l'argile grossière paraît manquer ici et les galets de silex sont plus parfaitement roulés.

Lorsqu'on se dirige vers le Nord, on rencontre d'autres dépôts, ayant encore la même origine et le même âge, mais se présentant sous un faciès un peu différent ; ce sont les sables blancs d'Arith, sables quartzeux purs, reposant dans une poche de l'Urgonien (au delà et à l'Ouest du hameau de Montagny) et présentant quelques parties ferrugineuses. Il est probable que ces sables proviennent, en grande partie, du lavage non plus du Sénonien mais bien plutôt de l'Albien. Je sépare au contraire complètement de ces dépôts, avec lesquels on les a souvent confondus, les *sables blancs des Déserts* qui sont tout différents. On peut constater, en effet, facilement, près des chalets de Lézine (col de Planpalais), qu'ils résultent de la désagrégation de grès friables, reposant sur des grès assez durs et assez fins pour fournir d'excellentes pierres à aiguiser, et intimement unis aux grès et calcaires jaunâtres à *Nummulites striata*. Jusque dans les sables supérieurs, on trouve des débris des mêmes Pectens que dans les grès à petits Nummulites

[1] D. Hollande, *Bull.* n° 41, p. 15.

[2] A l'endroit désigné par M. Hollande, dans ses différentes publications sous le nom de Pré des Maréchaux.

(*P. pictus* Goldfuss). En certains points, on les voit surmontés par les calcaires schistoïdes à écailles de poissons.

C'est sans doute aussi à cette époque qu'il faut rattacher, en grande partie, les nombreuses formations sidérolithiques qui ont existé sur le Plateau des Déserts et dont on ne trouve plus que les traces, sous forme de scories, de laitiers, quelquefois assez abondants pour former une couche entière de débris (lit du ruisseau descendant du hameau des Favres). Ce sont les restes des exploitations du minerai de fer, faites par les premiers habitants de la région, alors sans doute fortement boisée.

Dans les Bauges proprement dites, on retrouve encore des traces des dépôts de cette époque, dans la vallée de Leschaux, près du Pont-du-Diable, dans la vallée haute du Colombier du Châtelard. Ils forment une poche dans le Gault.

Plus au Nord, ces formations atteignent un développement considérable sur les deux flancs du Salève[1]. Ce sont des sables plus ou moins agglutinés, roux à la surface, par suite de l'oxydation du fer. Ils reposent surtout sur le terrain Urgonien, ou dans des poches creusées dans ce calcaire (Grande-Gorge, Pont de la Caille, Vovray). J'ai pu constater, grâce à l'existence de galeries (creusées pour la recherche de l'or), qu'en certains points ils reposaient sur du Gault ayant le faciès de celui de la Perte du Rhône. On peut suivre ces formations sur tout le versant Est du Grand Salève ; on y trouve fréquemment des traces de minerai de fer[2]. Au Pont de la Caille, ils remplissent les fractures des calcaires Urgoniens et communiquent à l'eau du puits qui se trouve près de ce pont une couleur de rouille; encore plus au Sud, ils sont très développés sur le versant Est de la Balme de Sillingy. A. Favre[3] les rapportait au Tongrien, en les reliant d'une façon intime au poudingue de

[1] Ces formations si étendues ont encore un développement plus considérable que ne l'indique la Carte Géologique ; ils affleurent, en effet, tout le long de la route de Cruseilles sur une longueur de plusieurs kilomètres, après au delà du village du Verney.

[2] Les scories analogues à celles que j'ai signalées sur le Plateau des Déserts sont connues depuis longtemps au Salève.

[3] A. Favre, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc*, t. I, p. 281, 1867.

Mornex ; c'est cette opinion qui a été admise par le Service de la Carte Géologique de la France (*m'''*, Feuille d'Annecy) ; de MORTILLET[1] les rapproche des sables blancs d'Arith. mais les confond avec les sables blancs des Déserts ou des environs d'Annecy, dont l'origine et l'âge sont tout différents ; il les rapporte alors à l'époque Éocène supérieur. C'est aussi la conclusion admise à la réunion de la Société Géologique de France à Genève[2]. Je crois qu'il faut, au contraire, synchroniser tous ces dépôts avec ceux qui vraiment leur correspondent plus au Sud (sables blancs d'Arith ou sables et argiles bigarrés de Saint-Jean-de-Couz), c'est-à-dire les rapporter à l'Eocène inférieur. Au Salève, ils proviendraient nettement du lavage des dépôts du Gault, qui ont dû autrefois certainement exister, comme le prouvent les lambeaux que j'y ai découverts (route de Cruseille) et dont la glauconie oxydée a donné naissance aux minerais de fer.

Je tiens à faire remarquer, en passant, qu'il existe dans les Hautes-Alpes calcaires du canton de Vaud, un peu en dehors de la région que j'ai particulièrement étudiée, dans le massif des Diablerets, des dépôts de ce niveau de l'Eocène inférieur. M. RENEVIER[3] a en effet constaté les faits suivants :

Les terrains Tertiaires de cette région débutent, non par la brèche à grandes Nummulites *(N. perforata)* que l'on ne connaît pas en place, et qui est certainement de l'Eocène moyen, mais par un terrain ferrugineux interstratifié entre le Gault et le Nummulitique. A la Mine de Houille, on voit reposer sur l'Urgonien crevassé, sur une épaisseur de 25 à 30 mètres, des grès ferrugineux jaunâtres, partiellement brunâtres ou rougeâtres, avec de petites masses de sesquioxyde de fer. Ils passent, par une transition insensible, aux marnes à *Chara* qui commencent les dépôts d'eau douce. Ces marnes sont surmontées par des calcaires à Limnées qui ont fourni les formes suivantes :

[1] De MORTILLET, *Géologie et Minéralogie de la Savoie*, p. 277, 1858, A. FAURE.

[2] Réunion extraord. à Genève, *B. S. G. de France*, 3e série, t. III, 1874-75. Excursions au Salève, p. 753.

[3] E. RENEVIER, Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises *(Matériaux pour la Carte Géol. de la Suisse*, XVIe livraison, p. 364, 1890.)

Clausilia crenata Sandb.
Limnœa acuminata Brongt.
L. longiscata Brongt.
L. fusiformis Sow.
L. dilatata? Noulet.
Planorbis pseudo-ammonius Schlotheim.
Cyclotus exaratus Sandb.
Strophostoma striatum Desh.
Vivipara Soricinensis Noulet.
V. Orbignyi Desh.
Sphœrium Castrense? Noulet.
Arca Rosthorni Penecke.
Chara helicteres Brongt.

C'est une faune de l'Éocène moyen ; ce qui implique bien l'âge Éocène inférieur des dépôts sidérolithiques sous-jacents.

A l'Ouest du Salève, dans la cluse du Rhône, près de Bellegarde, reposant sur l'Urgonien, des grès quartzeux blancs, identiques à ceux du Salève, présentant, comme aux environs de Pyrimont, des parties brunies par des injections d'asphalte liquide venues de bas en haut. Ces sables sont surmontés en certains points (Pyrimont) par un poudingue à éléments calcaires énormes (quelques-uns ont un volume d'un mètre cube), intimement lié à des marnes aquitaniennes bleues ou bigarrées, sans fossiles. Les dépôts analogues de Bellegarde (ils reposent alors sur le Gault et contiennent des silex qui disparaissent plus au Sud), ont été comparés (à tort, je crois) par M. G. de Mortillet [1], aux grès des Déserts ou à ceux des Barattes, près d'Annecy. Dans cette dernière localité, lorsque l'on monte au-dessus du hameau des Barattes, on voit, en effet, reposant sur l'Urgonien, des calcaires gréseux qui, en certains points, comme nous l'avons vu aux Déserts, se décomposent au contact de l'air, deviennent très blancs et rappellent ainsi par leur aspect les sables sidérolithiques. Ils sont nettement surmontés par des couches de grès micacés, d'aspect molassique, avec débris de plantes. Il n'y a rien de semblable dans la cluse du Rhône et les sables de Bellegarde doivent être rapportés également à l'Eocène inférieur, leurs éléments proviennent dans cette région des sables verts du Gault.

Il en est de même des sables blancs signalés par différents

[1] G. de Mortillet, Note sur l'âge des sables à silex et des marnes bigarrées de la Perte du Rhône (*B. S. G. de France*, 2e série, t. XVII, p. 119).

auteurs dans le Jura méridional ; ils se présentent toujours dans la même position, le long de la faille du Vuache. Ce sont des sables ferrugineux, siliceux, à ciment argileux, contenant de nombreux rognons de fer mamelonnés. Il est problable cependant que ces dépôts, qui ont commencé à se former au début de l'Ère Tertiaire, au moment de l'émersion totale de la région, ont dû se continuer pendant la plus grande partie des périodes Tertiaires inférieures.

Je les ai signalés également à Saint-André, à l'entrée orientale du val du Fier, reposant sur les grès du Gault et supportant des dépôts Aquitaniens. Ils sont rougis, au moins à la surface, par la décomposition de pyrites qui atteignent souvent la grosseur d'une noisette.

Bassin de la Saône. — Au Nord de la vallée du Rhône, dans la région de la Bresse et sur la bordure du Jura, ces dépôts de l'Éocène inférieur sont représentés par les *argiles à silex* bien développées dans le Mâconnais et le Châlonnais, où elles occupent des surfaces considérables, sur une épaisseur pouvant atteindre 30 mètres. On y trouve des lits épais d'argiles bariolées (exploitées pour la fabrication des briques réfractaires) et des lits de sables quartzeux, surtout à la base[1].

M. Depéret[2] a également cité, tout à fait sur le bord oriental de la région qui nous occupe, aux environs de Saint-Vallier, dans la vallée du Rhône (Douévas, Larnage), des couches d'argiles feldspathiques blanches ou bigarrées, reposant directement sur la granulite et surmontées par la Molasse marine. L'existence de ces dépôts dans nos localités tendrait à prouver leur extension, non seulement dans la région Alpine et Jurassienne, mais encore dans toute la dépression de la vallée du Rhône et de la Saône. Leur nature, nettement continentale, est, comme le montre l'examen que je viens de faire, plus ou

[1] Ch. Depéret, *loc. cit.*, 1894, p. 703.

[2] Les dépôts qui se composent à la base de sables quartzeux, plus ou moins cimentés et de marnes blanches ou bariolées, réfractaires, proviennent comme dans la région orientale, du lavage des dépôts crétacés ; surtout du Sénonien, comme le prouvent les Oursins de la craie qui s'y rencontrent. Dans l'intérieur du Jura on les retrouve en particulier à Ramasse et Hautecour.

moins influencée par les terrains voisins (Sénonien, Gault ou terrains anciens près du Plateau Central).

§ 2. **Eocène moyen (Lutétien).** — L'Éocène moyen lacustre, dont le faciès est très constant dans toute la partie méridionale de la vallée du Rhône, est intimement lié à l'Éocène inférieur (Bassin d'Aix, Dieulefit, dans le Dauphiné) ou en est indépendant, mais présente cependant dans toute cette région la même distribution géographique. Il s'étend au Nord dans la Haute-Saône jusqu'à Talmay, un peu au Sud de Gray.

Il restait encore de nombreuses parties soulevées où des phénomènes d'érosion continentale, commencés dès le début du Tertiaire, ont continué à se faire sentir. Sur ces territoires émergés vivaient de nombreux Vertébrés dont les restes ont pu être conservés, grâce à la présence de poches sidérolithiques. C'est ainsi que, dans une dépendance du Mont-d'Or Lyonnais, M. Depéret[1] a signalé récemment, dans les argiles sidérolithiques remplissant une poche du calcaire Bathonien, à Lissieu, près de Lyon, de nombreux restes de Vertébrés, parmi lesquels il a pu reconnaître les espèces suivantes :

Lophiodon Isselense Cuv.
Lophiodon rhinocerodes Rütim.
Hyrachius intermedius Filh.
Paloplotherium magnum Rütim.
P. cf. codiciense Gaudry.
Propalæotherium Isselanum Cuv.
P. minutum Rütim.
Anchilophus Desmaresti Gerv.
Lophiotherium sp.
Acerotherulum saturninum Gerv.
Dichobune sp.
Dichodon Cartieri Rütim.
Phænacodus europæus Rütim.
Sciuroïdes siderolithicus Rütim.
Viverra sp.
Débris d'Oiseaux, de Tortues et d'autres Reptiles.

et en outre, des débris de calcaire lacustre avec *Planorbis pseudoammonius* Schloth, montrant que le lac Lutétien ne devait pas être très éloigné de cette région émergée. Cette faune est identique à celle d'Issel (Aude), à celle du calcaire grossier du Bassin de Paris ou à celle d'Egerkingen en Suisse qui se présente dans des conditions identiques.

[1] Ch. Depéret, Sur un gisement sidérolithique de l'Éocène moyen à Lissieu (*C. R. Acad. des sciences*, 9 avril 1894.)

Période nummulitique

Pendant que les dépôts d'eau douce ou fluviolacustres dont je viens de parler se formaient dans la vallée de la Saône et du Rhône et sur quelques points, soit du Jura méridional, soit des Bauges, la mer n'occupait que le Nord de la France, la Belgique et la région méditerranéenne au Sud des Alpes. Ces deux dépressions étaient isolées et ne communiquaient qu'au large de l'Océan Atlantique.

A l'Éocène moyen, dont les dépôts sont en transgression sur ceux de l'Éocène inférieur, les mers du Nord atteignent leur maximum de température, grâce à une communication plus facile avec les régions méditerranéennes, le long des Pyrénées. On admet généralement que l'Éocène moyen débute partout par l'apparition de la *Nummulites lævigata*.

Pendant le Lutétien, la mer Éocène subit un mouvement de transgression très net : elle s'étend sur toute l'Italie septentrionale, pénètre dans la région des Alpes et des Monts Euganéens et atteint les Alpes Françaises à Nice. En même temps, le golfe Nummulitique qui existait en Hongrie s'avance dans un géosynclinal alpin tout le long de la plaine Suisse. Il y a envahissement graduel des Alpes par la mer Nummulitique (dont les dépôts sont en transgression sur les terrains Secondaires), à la fois par le Sud dans les Alpes occidentales et par l'Est dans les Alpes orientales. Le géosynclinal alpin Nummulitique constitue un bras de mer relativement fort étroit, situé très nettement, dans la vallée du Rhône, sur l'emplacement de la partie la plus profonde du géosynclinal Secondaire, beaucoup plus près de la chaîne cristalline ancienne des Alpes, que du Plateau Central Français.

Avant d'essayer de rattacher les dépôts Nummulitiques des Bauges à ceux des régions voisines, il est indispensable de les étudier en détail dans les différents synclinaux où ils ont été conservés. D'une manière générale, ces synclinaux forment, dans le faisceau du Génevois, les régions élevées dont l'altitude augmente à mesure qu'on se dirige vers l'Est ; cette disposition s'explique

parfaitement par le soulèvement Est-Ouest qui s'est produit dans toute cette région, dès la formation de ces dépôts. Tous ces synclinaux, comme les autres plis, sont dirigés sensiblement N.-N.-E., S.-S.-O.

Les travaux auxquels ces dépôts ont donné lieu sont déjà fort nombreux. Je ne citerai dans le résumé historique ci-dessous que les plus importants :

En 1844, au moment de la réunion de la Société géologique de France, à Chambéry[1], tous les terrains Nummulitiques de la Savoie étaient encore considérés comme appartenant aux terrains secondaires, et la Société avait relevé la coupe suivante au Désert près de Chambéry de haut en bas.

1° Grès micacé des Déserts à petits bivalves indéterminés 2° Marnes avec très petites paillettes de mica, dents et écailles de poissons.	Flysch des géologues suiss.

3° Calcaire jaune clair avec Pectens très nombreux, des Cerithiums et Nummulites; le calcaire se change parfois en grès jaune ou blanc s'altérant au contact de l'air.

4° Conglomérat à grains et noyaux siliceux avec Polypiers et renfermant de très grandes Nummulites.

Elle avait constaté la grande extension de ces terrains vers le Nord par Bellecombe, Entrevernes, et au delà du lac d'Annecy, au Grand-Bornand et à Thônes.

L'année suivante, Pillet, par la découverte des Nummulites de Montricher, montrait d'une façon nette que ces terrains étaient bien Tertiaires.

M. de Mortillet[2] ne voit dans les terrains Nummulitiques de la Savoie que deux assises : 1° une assise inférieure qu'il appelle le calcaire à Nummulites et qui comprenait des conglomérats, des marnes à lignites, des grès et surtout des calcaires ; et 2° le flysch à l'état de marnes bleuâtres feuilletées et fortement micacées, se décomposant facilement au contact de l'air.

[1] Comptes rendus de la réunion extraordinaire à Chambéry, *B. S. G. de France*, 2e série, t. I, 1844.

[2] G. de Mortillet, *loc. cit.*, 1858.

A. Favre[1] admettait aussi deux étages seulement : 1° à la base, l'étage Nummulitique proprement dit (calcaires, grès et schistes); 2° macigno alpin (flysch comprenant des grès à Fucoïdes et des grès de Taveyannaz).

Ch. Lory, dans ses travaux, s'est souvent occupé du Nummulitique des Bauges, mais sans chercher à séparer les différentes assises, les rangeant toutes au même niveau. Un certain nombre de Nummulites avaient cependant été déterminés par Ph. de la Harpe[2] qui avait reconnu les formes suivantes :

du Châtelard-les-Bauges.	**Nummulites perforata** var. **Allobrogensis** d. l. H. **Nummulites Lucasana** Defrance.
de Faverges.	**Nummulites striata** d'Orb. **Nummulites variolaria** Sow. **Nummulites Boucheri** d. l. H.
de Thônes	**Num. striata** d'Orb. **Num. variolaria** Sow.

et enfin, plus au Sud, à Montricher en Maurienne :

Num. complanata ? Lam.
Num. Lucasana Defr.
Num. variolaria Sow.
Num. aff. elegans Sow.

Il avait donné une première distribution des différentes zones de Nummulites dans les Alpes Françaises qu'il relie aux Alpes Bernoises.

La même année, la Carte géologique du département de la Savoie[3] donnait la distribution de l'ensemble des terrains Nummulitiques de la région.

Pillet, ayant de nouveau étudié le plateau des Déserts, avait recueilli, malheureusement sans distinguer les différentes assises, un certain nombre d'échantillons qui, déterminés par Tournouer[4],

[1] A. Favre, *loc. cit.*, t. II.

[2] Ph. de la Harpe, Nummulites des Alpes Françaises (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Natur.*, t. XVI, p. 409, 1879).

[3] Carte Géologique de la Savoie par Ch. Lory, L. Pillet et l'abbé Vallet, 1879.

[3] Tournouer, Sur la faune Tongrienne des Déserts, près Chambéry (*B. S.G. de France*, 3e serie, t. V, p. 333, 1877).

lui permirent cependant de conclure à l'indépendance complète de ces dépôts et de ceux du reste des Bauges[1] (couches à grandes Nummulites et niveaux saumâtres) ; il put les rapprocher des couches Tongriennes de Barrême (Basses-Alpes), mais avec persistance de quelques espèces existant en général à un niveau inférieur.

M. Hollande[2], dans son étude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie, donne la succession suivante, assez compliquée, du Tertiaire des Bauges, de haut en bas :

Aquitanien. { 16. Fausse molasse à *Sabal Lamanonis* ? Brgt.
15. Marnes rouges à *Helix Ramondi* Brgt.

14. Flysch Oligocène à Fucoïdes et à écailles de poissons.
13. Couches à *Operculines* et *Cardita Laurae.*
12. Grès et sables à *Bythinia Dubuissoni.*
11. Couches à polypiers et à *Natica crassatina.*
10. Poudingue à cailloux Néocomiens et *Natica crassatina.*
9. Grès grossier à Nummulites (4e niveau à Nummulites).
8. Poudingue et glaise à cailloux exotiques.
7. Grès de Taveyannaz (Almes et Sulens).
6. Flysch éocène à fucoïdes et écailles de poissons.
5. Mauvaise molasse à Nummulites ou alternant avec des calcaires à Nummulites (3e niveau à Nummulites). (Settenez, Serraval).
4. Poudingue à gros cailloux Jurassiques, Néocomiens, ou des schistes cristallins (massif des Almes et Sulens).
3. Calcaire à *Num. striata.* (2e niveau à Nummulites).
2. Marnes à *Cytherea Villanovae* et *Cerithium Diaboli.*
1. Calcaire grossier et conglomérat à *Num. perforata* (1er niveau à Nummulites).

M. Hollande avait dû exagérer le nombre des niveaux à Nummulites qu'il avait reconnus dans les Bauges, parce que, suivant les vallées que l'on considère, les dépôts changent beaucoup de faciès

[1] Dans leur travail sur les dépôts Nummulitiques, MM. Hébert et Renevier (Fossiles du terrain Nummulitique supérieur, *Bull. Soc. Statistique de l'Isère*, 2e série, t. III, p. 148, 1856) avaient signalé l'existence du niveau saumâtre des Diablerets à Pernant et Entrevernes dans la Savoie.

[2] A. Hollande, *loc. cit.*, p. 149, 1889.

et même d'origine (marine ou saumâtre). Dans une note que M. Lugeon[1] et moi avons publiée, nous avons mis en évidence ce fait de la grande variabilité des faciès des dépôts Nummulitiques des Bauges ou de leur prolongement au delà du lac d'Annecy.

Dans une note parue aux *Comptes rendus des Collaborateurs de la Carte Géologique de France pour 1894*[2], j'ai donné déjà une succession beaucoup plus simple des terrains Tertiaires des Bauges, réduisant en particulier les quatre niveaux à Nummulites, à deux que j'appelais les couches à grandes Nummulites à la base, et les couches à petites Nummulites. Je signalais, en particulier, avec M. Révil la présence des couches à grandes nummulites dans la vallée des Aillons.

La même année, M. Hollandé[3] publiait une nouvelle note sur la vallée des Déserts et donnait la nouvelle succession suivante de bas en haut :

Tongrien.	Graviers et gros sables remaniés. Poudingue à *Natica crassatina* (vallée des Déserts). Grès à *Nummulites* et *Natica crassatina* (Désert, Aillon). Sables fins (vallée des Déserts). Flysch à Fucoïdes et écailles de poissons (vallée des Déserts, Aillon, etc.).
Aquitanien.	Fausse molasse[4] avec débris de plantes (Mermets, Cusy, Chindrieux). Molasse sablonneuse sans galets (Déserts). Molasse alternant avec des couches rouges à *Helix rugulosa H. Ramondi* (Aillon, Leschaux, les Déserts, Grésy-sur-Aix, Couz, Gerbaix). Molasse gris cendré ou gris jaunâtre (vallée de Leschaux).

Les différentes opinions émises par les précédents auteurs ont nécessité une étude stratigraphique très serrée des synclinaux

[1] H. Douxami et M. Lugeon, Sur le Nummulitique des Bauges *(C. R. collaborateurs* service de la carte géol), 1895.

[2] H. Douxami, *Sur le tertiaire de la Savoie et du Dauphiné*, p. 91, 1894.

[3] D. Hollande, *loc. cit.*, *Bull.* nº 41, 1894.

[4] M. Hollande avait déjà employé ce mot pour désigner la molasse gris cendré ou gris jaunâtre bien supérieure.

Tertiaires des Bauges. Par suite même de la grande variabilité des sédiments, aucune vallée ne peut fournir une succession complète des dépôts Nummulitiques, et il me faudra donner des coupes de ces différentes vallées et même de différents points de ces vallées.

En général, ces synclinaux sont très réguliers et peuvent se suivre d'un bout à l'autre du massif des Bauges, et même au delà du lac d'Annecy, dans le massif du Génevois. Le flanc Est est toujours plus ou moins renversé (Trélod); ce renversement peut aller jusqu'à un véritable étirement des couches, comme cela se produit au Nord de l'ancienne mine d'Entrevernes.

Les couches Nummulitiques des Bauges reposent en général sur le Sénonien : soit sur le Sénonien tout à fait supérieur (calcaire blanc à *Inoceramus Cuvieri)*, soit sur les couches de calcaire à silex de la partie inférieure du Sénonien, ou sur le conglomérat de base (vallée des Aillons), soit sur le Gault (vallée d'Entrevernes) soit enfin sur l'Urgonien (col des Prés, plateau des Déserts), par conséquent en transgression bien nette sur les terrains secondaires.

Synclinal du Charbon. — Le synclinal le plus favorable à l'étude de la série à peu près complète du Nummulitique est celui de la montagne du Charbon. Il s'étend sensiblement N. S. depuis les environs de Doussard sur le lac d'Annecy, jusque vers Jarsy, où il se dédouble pour former les synclinaux uniquement Crétacés de la vallée de Sainte Reine. Au Nord de Doussard le prolongement paraît être vers Blully.

L'allure générale des couches, dans cette vallée haute (altitude moyenne de 1500 mètres), est celle d'un synclinal dont le bord Est est renversé plus ou moins complètement. Une cluse profonde, en bas des chalets de Planay, permet de se rendre compte de la disposition des couches Tertiaires. Vers le Nord, toutes les couches Nummulitiques ont, pour ainsi dire, joué dans le synclinal Sénonien et, un peu au Nord des chalets de Planay, vers les chalets du Rosay, on peut relever la coupe suivante, E. W. à partir du Gault qui affleure près des chalets, on a le Sénonien bien développé, formant un talus incliné, et les couches Tertiaires débutent par des

conglomérats et des calcaires, formant un abrupt d'une vingtaine de mètres de hauteur[1], correspondant aux dépôts les plus inférieurs

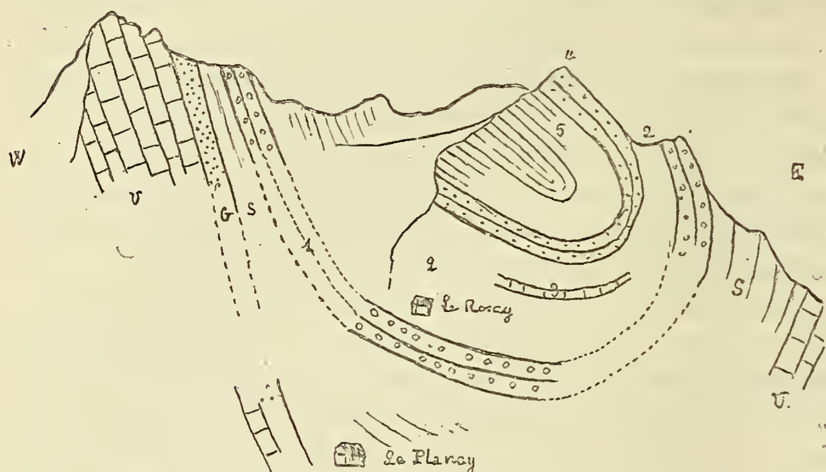


Fig. 2. — Coupe du Charbon au N. des chalets du Planay.

U Urgonien, G Gault, S Sénonien, 1 Couches à grandes Nummulites; 2 Calc. schistoïde à écailles de poissons; 3 Niveau saumâtre; 4 Couches à petites Nummulites; 5 Calcaire schistoïde passant à des grès micacés.

du Nummulitique que je désigne sous le nom de *couches à grandes Nummulites :*

N. aturica Joly et Leym.
N. Lucasana Defrance.
Orthophragmina sp. de grande taille.

On trouve au dessus, une série de couches marneuses et calcaires avec quelques rares écailles de poissons et dont certains lits marneux sont absolument pétris de fossiles saumâtres.

Cytherea Villanovae Lmk.
Cyrena convexa Brongt. sp.
Melanopsis fusiformis Sow.

[1] C'est la limite naturelle entre les pâturages du Rosay et du Planay.

Ces marnes sont identiques à celles que nous trouverons à la mine d'Entrevernes et correspondent au niveau saumâtre des Diablerets. Au-dessus de ces couches marno-calcaires se trouve une nouvelle barre calcaire formant un synclinal couché très net. C'est un calcaire gréseux, jaune à la surface par altération et bleu en profondeur, avec de nombreux débris de coquilles, parmi lesquels j'ai pu reconnaître.

Pecten subtripartitus Gold.
P. tripartitus Desh.
P. pictus Desh.
Ostrea gigantica Brand.

Ce sont les couches que je désignerai dans la suite sous le nom de *couches à petites Nummulites*. Elles forment ici le sommet du Plan de Lire et sont surmontées par des *calcaires schistoïdes à écailles de poissons*, se chargeant peu à peu de mica à la partie supérieure et devenant grésiformes.

La succession précédente se retrouve encore lorsqu'on se dirige vers le Nord, mais on voit apparaître, sous le niveau saumâtre très réduit, de nouveaux calcaires schistoïdes blancs à écailles, surmontant la barre calcaire du niveau inférieur (couches à grandes Nummulites) qui domine le cirque où se trouvent les chalets de la Combe.

Vers le Sud, sur la rive droite de la cluse, on aperçoit dans les couches Tertiaires, trois petits plissements secondaires qui s'atténuent peu à peu, à mesure qu'on s'avance vers le Trélod (2179^{m}). Sous le Trélod, on peut relever la coupe suivante, sensiblement différente de celle que j'ai donnée un peu plus haut. De l'Ouest à l'Est, on rencontre successivement :

Sur l'Urgonien fortement redressé, presque jusqu'à la verticale, on a le Gault à l'état de sables ou de grès verts, pouvant atteindre en certains points (chalets de Planay) une très grande épaisseur et présentant parfois tout à fait un aspect molassique ; le Sénonien épais d'une quarantaine de mètres est à l'état de calcaires blancs à Inocérames. La série Tertiaire, qui vient ensuite, débute par les

couches à grandes Nummulites, constituées par un conglomérat calcaire épais d'une quarantaine de mètres. Près de la Dent des Portes, ces couches inférieures sont particulièrement riches en *Nummulites, Orthophragmina* que l'on trouve en grande abondance toutes dégagées. J'y ai recueilli, outre les espèces citées plus haut des moules de Lamellibranches *(Pecten)* et un débris de *Spatangus*

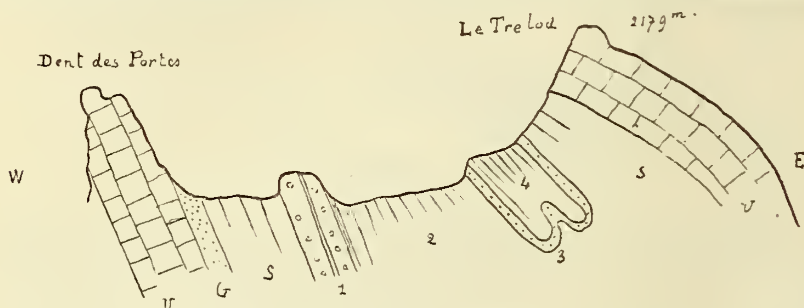


Fig. 3. — Coupe de la Dent des Portes, au Trélod.

V Urgonien, G Gault; S Sénonien; 1 Couches à grandes Nummulites; 2 Flyschcalcaire; 3 Grès à petites Nummulites; 4 Grès schisteux micacés.

de grande taille. Ces couches, qui sont presque verticales, ravinent le Sénonien; dans le banc de poudingue de base, on reconnaît facilement de nombreux galets d'Urgonien, de Néocomien et de Craie; il est d'ailleurs facile à distinguer par l'absence de grains de glauconie de celui de la base du Sénonien. Vers le milieu de ces poudingues, se trouve une intercalation schisteuse avec nombreux débris d'*Ostracés*. Ils se terminent par des bancs épais de calcaires gris qui sont eux-mêmes surmontés par des calcaires blancs grisâtres feuilletés, constituant le flysch des auteurs et que je désignerai sous le nom de *flysch calcaire* ou de *calcaire schistoïde à écailles de poissons*. Ces dernières couches peuvent d'ailleurs manquer à ce niveau, comme dans la première coupe des chalets du Planay. Au-dessus, on rencontre des calcaires grisâtres ou légèrement jaunâtres qui représentent le second niveau à Nummulites *(couches à petites Nummulites)* et qui sont affectés dans l'abrupt situé sous le Trélod, de plissements secondaires (fig. 3)

Les couches supérieures du Tertiaire, situées au-dessus des cal-

caires précédents, sont représentées dans l'abrupt du Trélod par des grès bleuâtres qui se décomposent facilement à l'air, en devenant jaunâtres et terreux. C'est un grès très micacé, mais renfermant encore des écailles de poissons *(Meletta)*.

Le seul examen du synclinal du Charbon nous montre déjà de la façon la plus nette, la grande variabilité que présentent les couches Nummulitiques des Bauges. Nous allons voir ce caractère s'accentuer davantage par l'étude des autres synclinaux de la région.

Synclinal d'Arclozan-Bellevaux. — Le synclinal, qui forme la vallée haute où se trouvent les chalets d'Arclozan a été désigné par les auteurs sous le nom de synclinal de la mine de Montmin. Ce synclinal, très simple à la mine même, ne tarde pas à se compliquer en se bifurquant au Nord dans le massif de la Tournette et au Sud au niveau de Faverges; il se relie cependant, de la façon la plus nette, au synclinal de Bellevaux à l'Est d'Ecole, dans les Bauges proprement dites. Il est connu depuis longtemps, grâce à l'exploitation minière (lignites de Montmin), qui y a existé pendant quelques années, au-dessus des chalets d'Arclozan (Marclozan de A. Favre), à l'altitude de plus de 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

En y montant de Faverges, par les chalets, on coupe la série des couches de Berrias, du Néocomien schisteux et de l'Urgonien. Sur ce dernier terrain repose, soit le Gault (grès vert), soit le Sénonien (calcaire gris blanc, avec, à la base, un banc de calcaire rosé), formant tout le fond de la vallée, avant les chalets d'Arclozan. Au delà, on voit peu à peu les calcaires prendre une teinte de plus en plus foncée, devenir complètement noirs et répandre une odeur fétide quand les cassures sont fraîches. Ce sont ces couches qui forment les petits monticules, entre lesquels

[1] Le sommet du Trélod est formé, comme je l'ai figuré sur ma coupe, par les calcaires Urgoniens surmontant le Sénonien par renversement, les couches Tertiaires ont subi par ce fait un étirement qui fait que les couches à grandes Nummulites n'affleurent pas.

[2] La vallée de Montmin est située à l'Ouest du synclinal de la mine, et forme une vallée anticlinale : aussi j'adopte avec M. Lugeon, auquel je dois les détails tectoniques qui suivent, le nom plus précis de synclinal d'Arclozan.

se trouve l'ancienne exploitation de lignites. Ces calcaires fétides, que M. Lugeon et moi[1] avons signalés les premiers dans la région, se rapportent encore au Sénonien, plutôt qu'au Nummulitique comme nous l'avons montré. Plus au Nord, je les ai trouvés dans la vallée de Thônes.

Les premières couches Nummulitiques, qui viennent au-dessus de ces calcaires, paraissent être représentées par des alternances de calcaires noirs en bancs plus ou moins épais et de qancs plus

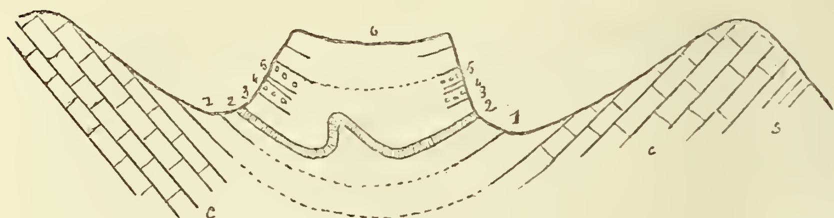


Fig. 4. — Coupe de la mine de Montmin (Arclosan).

S Sénonien, C calcaire noir fétide; 1 Calcaires noirs nummulitiques; 2 Couche de lignite; 3 Calcaire noir bitumineux; 4, 5 Bancs à Polypiers; 6 Grès et calcaires à petites Nummulites.

marneux contenant de grands *Cardium* surtout dans les bancs marneux (*Cardium granulosum*, Lmk.) au-dessus, l'on voit des couches marneuses noires très charbonneuses et, intercalée au milieu, la couche de lignites exploitée autrefois. Cette couche a été fortement disloquée, comme le montre la coupe de cette localité (fig. 4).

Ces mouvements qui n'existent qu'à ce niveau sont difficiles à expliquer, mais rendent compte des surfaces polies fréquentes que présente le charbon. Le toit est formé par une nouvelle série de calcaires et de marnes bleues ou noires très délitables. Les calcaires, au contact de l'air, sous l'action des eaux de ruissellement, laisssent voir de nombreux fossiles (petits Gastropodes); j'ai pu recueillir ainsi :

[1] H. Douxami et Lugeon, *Bull. Serv. de la Carte Géol.*, 1895.

Cerithium Diaboli Brongt.
Cerithium plicatum Brug.
Cytherea Villanovae Desh.
Cyrena convexa Brongt. sp.
Petits gastropodes voisins des **Natices**

C'est le niveau à Cérithes des Diablerets; on rencontre en outre dans ces couches de nombreux troncs d'arbres (Conifères) silicifiés, atteignant parfois un diamètre de 20 centimètres, où l'on distingue facilement les différentes couches de bois.

A la partie supérieure de ces couches se trouve un banc de calcaire noir bitumineux de 1 mètre d'épaisseur, surmonté d'un premier banc de calcaire à polypiers branchus de 50 centimètres d'épaisseur, où j'ai recueilli :

Cerithium Diaboli, Brongt.
Natica sp., trois moules voisins de **N. vapincana,** d'Orb.
Cardium granulosum, Lmk.

Les Cérithes se trouvent surtout à la partie inférieure de la couche, quand les polypiers sont encore peu nombreux.

Une couche d'argile noire de 50 centimètres d'épaisseur, contenant encore quelques mauvais moules de fossiles, se trouve intercalée entre cette première assise à polypiers et une seconde beaucoup plus épaisse (2 mètres environ), contenant les mêmes formes que l'assise inférieure. Le tout se termine par des calcaires très épais, presque sans fossiles, où je n'ai pu trouver de traces de *Pecten;* vers la partie supérieure, on rencontre un banc pétri de petites Nummulites *(N. aff. striata, N. aff. Ramondi)*[1]. L'ensemble des couches Tertiaires n'a pas plus d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur; les couches supérieures du Nummulitique (grès micacé), ainsi que les couches tout à fait inférieures manquent.

Au Sud de ce synclinal, à Faverges, on retrouve, à la colline qui supporte le château, une coupe du Tertiaire différente encore de la coupe précédente. Elle comprend de haut en bas :

[1] A. Favre, *loc. cit.*, t. II, p. 191, y cite *Nummulites planulata* qui ne me paraît pas y exister.

Calcaire schistoïde et grès schisteux (Flysch gréseux).
Grès à petites Nummulites[1] avec *N. striata*, *N. variolaria*, *N. Boucheri*.
Urgonien.
Gault.
Calcaire fétide noir.
Urgonien (sur la rive gauche du torrent de Seltenaz).

Les couches supérieures du Nummulitique existent seules en ce point; de plus, cette coupe fait voir nettement que les couches de calcaire fétide noir sont complètement indépendantes des couches Tertiaires, malgré la grande ressemblance pétrographique de certains bancs et se rattachent à la période du Crétacé supérieur.

On retrouve encore des dépôts Tertiaires dans l'une des branches qui constituent le prolongement méridional du synclinal d'Arclozan : c'est le petit synclinal qui forme le plan de Bellevaux à l'Est d'Ecole. Dans ce synclinal, on observe le calcaire noir fétide dont je viens de parler, pincé dans le Sénonien franc et recouvert, non plus comme à Arclozan par les couches saumâtres à lignites, mais par une brèche calcaire à *Nummulites striata*[2] d'Orb. On trouve également quelques rares Nummulites de taille un peu plus grande, que je rapporte à la *N. complanata* Lam. et des *Pecten* en mauvais état de conservation. Au-dessus, les couches supérieures du Nummulitique sont constituées par des calcaires marneux, bleuâtres à cassure conchoïdale renfermant des écailles de poissons *(Meletta)*. Tous les autres synclinaux plus orientaux des Bauges ne renferment plus de dépôts Tertiaires.

Synclinal d'Entrevernes. — A l'Ouest du synclinal du Charbon, l'on rencontre un premier synclinal Tertiaire, où les dépôts présentent des caractères rappelant à la fois synclinal du Charbon et synclinal d'Arclozan : c'est celui qui renferme les lignites anciennement exploités à Entrevernes. Très resserré près de Duingt et la Thuile, entre la montagne du château de Duingt et la chaîne du Roc-des-Bœufs du

[1] Ce sont sans doute ceux signalés par M. Hollande (*loc. cit.*, 1889).
[2] Cette superposition est bien visible au-dessus des maisons de Bellevaux-derrière.

Banc-du-Plan, ce synclinal se prolonge au delà du lac d'Annecy par le synclinal de Verrier et vers le Sud, un peu à l'Est du Châtelard. Interrompu par la cluse du Chéra, près de cette localité, il se termine, sans avoir subi aucune déviation, au synclinal uniquement Crétacé du Colombier du Châtelard, entre la Dent-de-Rossane et le Colombier.

A la mine d'Entrevernes même, près du puits d'exploitation et de l'anciennegalerie, on a, à partir de l'Urgonien, disposés en couches verticales :

1° Le Gault à l'état de grès vert, d'aspect molassique, rappelant aussi le faciès du grès à petites Nummulites. Ces grès avaient été considérés par les auteurs anciens comme Nummulitiques ; on les retrouve sur le versant Ouest au-dessous des couches à grandes Nummulites, ainsi qu'au Nord de la mine ;

2° Banc de marnes noires, 2 mètres ;

3° Banc de lignites, d'une épaisseur moyenne de 2 mètres pouvant en certains points atteindre jusqu'à 3 ou 4 mètres, renfermant des coquilles écrasées peu déterminables de *Planorbis Cyclas ;*

4° Banc de marnes fossilifères, 10 mètres. Dans ces marnes noires, pétries de fossiles, on peut recueillir en grande abondance :

Melanopsis fusiformis Sow. a. c.
Cerithium plicatum Brug. ar. et var. **Alpina** H. et R.
Cerithium elegans Desh. a. c.
Cytherea Villanovae Desh. r.
Cyrena convexa Brongt. c.
Cyrena vapincana ? Desh. r.
Cardium granulosum Lamk
Nombreux débris de plantes indéterminables.

Je rattache encore à ce niveau, qui correspond tout à fait au niveau saumâtre à Cérithes des Diablerets, c'est-à-dire au *Priabonien* de MM. Munier-Chalmas et Lapparent (équivalent méditerranéen du Ludien du Bassin de Paris), des couches de calcaire noir fétide qui se trouvent au-dessus et où l'on rencontre encore :

Cytherea Villanovae Desh.
Natica aff. **Studeri** Queenst.
Cerithium Diaboli Brongt.
Cerithium plicatum Brug.
des **Ostracées**.

5° Des calcaires bleuâtres, en lits minces, schistoïdes, à écailles de poissons et qui, comme toujours, se chargent peu à peu, à mesure qu'on s'élève dans la série, de mica, en devenant beaucoup plus gréseux, facilement décomposables à l'air, ayant tout à fait l'aspect de la molasse; ils occupent le centre du synclinal. Ces dernières couches sont bien visibles, le long du ruisseau qui descend vers Entrevernes[1].

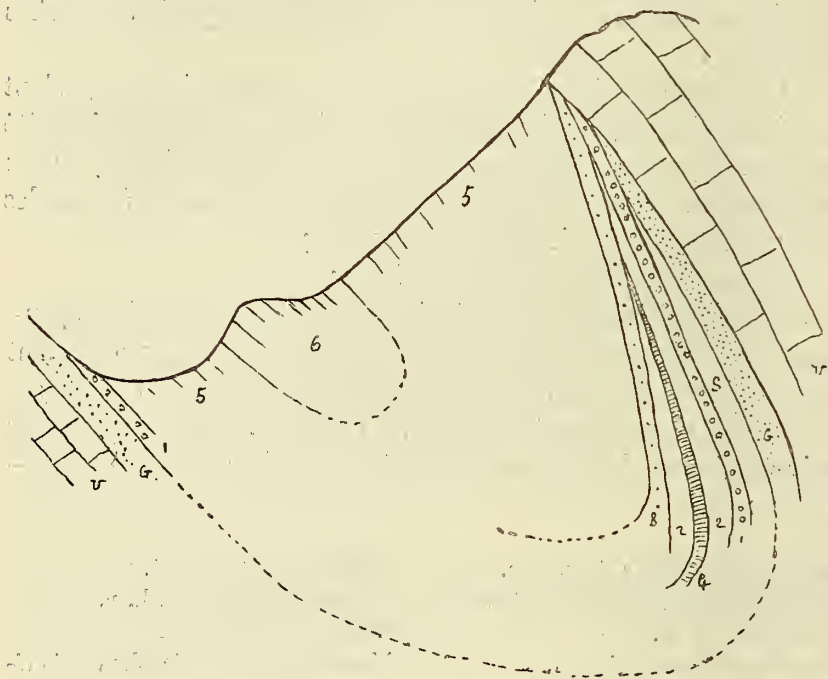


Fig. 5. — Coupe au Nord de la mine d'Entrevernes.

U. Urgonien G. Gault; S Sénonien; 1 conglomérat à grandes Nummulites; 2 Marnes saumâtres; 3 bancs de lignite; 4 Grès à petites Nummulites; 5 Flysch; Grès micacés.

Un peu au nord de la mine, la première colline que l'on rencontre permet de relever la coupe ci-jointe W.-E. (fig. 5.);

[1] La mine d'Entrevernes est aujourd'hui complètement abandonnée. Le lignite constituait cependant un combustible excellent fort employé autrefois dans la région. Il formait une couche verticale très régulière vers le Sud. On l'exploitait par une galerie horizontale longue de 600 mètres et par un puits de 35 mètres de profondeur; vers le Nord, la couche était moins régulière par suite de mouvements orogéniques locaux.

montrant qu'il y a étirement et renversement des couches sur le flanc Est du synclinal : l'Urgonien du sommet se rattache à celui de la montagne de Duingt.

La succession de la mine se retrouve au delà.

Au lac d'Annecy, le synclinal d'Entrevernes traverse la dépression lacustre, sans être affecté par elle et se prolonge au delà du lac, par le synclinal Nummulitique de la montagne de Veyrier, où,

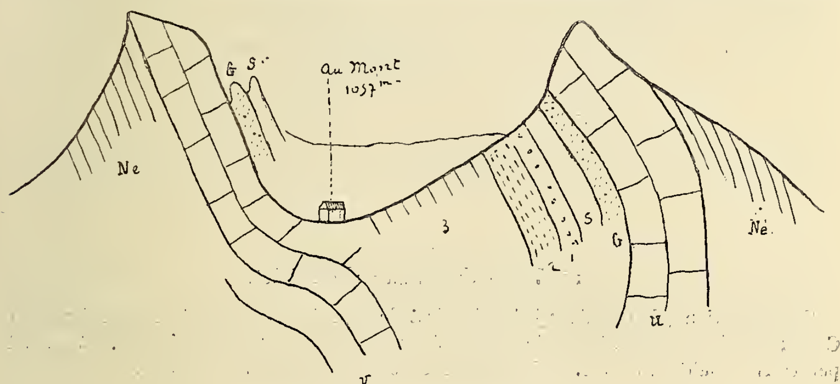


Fig. 6. — Coupe du col Rampon.

Né Néocomien; U Urgonien; G Gault; S Sénonien; 1 Conglomérat; 2 Grès à petites Nummulites; 3 Flysch.

après le passage dit des Contrebandiers, derrière l'église du village de Veyrier, on observe la coupe suivante, déjà donnée par M. de Mortillet[1], comme exemple de renversement de couches (fig. 6). Les couches Tertiaires sont réduites à :

1° Grès Nummulitique reposant sur la Craie par un conglomérat (couches à petites Nummulites);

2° Grès et schistes marneux à écailles de poissons (Flysch).

L'allure des couches est d'ailleurs la même qu'à Entrevernes.

Sur le flanc occidental, vers Entrevernes (fig. 7), on trouve, reposant sur le Gault, d'aspect molassique, le conglomérat de base du Nummulitique que l'on peut suivre, presque sans interruption, jusqu'au col du Golet : c'est un grès grossier, accompagné d'un

[1] De Mortillet, *Géol. et minéral. de la Savoie*, pl. III, fig. 12.

poudingue calcaire, riche en Nummulites *(N. aturica, N. Lucasana)* et surmonté :

1° Par une couche marneuse de 2 mètres d'épaisseur, représentant le niveau saumâtre.

2° Par des grès très siliceux (ce sont presque des quartzites), glauconieux, avec bancs calcaires très glauconieux contenant quelques

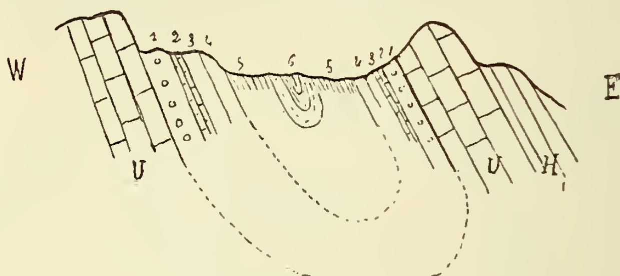


Fig 7. — Coupe du Col du Golet.

H Hauterivien; U Urgonien; 1 Conglomérat de base à gros éléments d'Urgonien et de Gault; 2 Calc. compact à grandes Nummulites; 3 Marnes saumâtres; 4 Calc. et grès à petites Nummulites; 5 Calc. schisteux; 6 Grès micacés (Fausse Molasse).

débris de *Pecten*. Ces couches, qui correspondent aux couches à *Nummulites striata*, ont là un faciès particulier, unique dans les Bauges ;

3° Et au centre du synclinal, par l'ensemble des calcaires schistoïdes et des grès micacés à écailles (ces grès micacés correspondent aux couches de fausse molasse de M. Hollande).

La couche à lignites, très réduite, comme on vient de le voir, sur le flanc occidental, où d'ailleurs elle manque souvent, ne prend un certain développement qu'au-dessus de la cluse de Bellecombe ; on y a exploité jadis un banc de lignites compris entre deux couches noirâtres avec nodules de différentes couleurs. La coupe du col du Golet, où les deux flancs du synclinal sont presque symétriques, nous donne la composition moyenne et presque complète du Nummulitique des Bauges. L'épaisseur totale des couches atteint ici 150 à 200 mètres; le conglomérat de base repose sur l'Urgonien; le Gault qui devait exister, comme le prouvent les galets que

l'on trouve dans le poudingue, a été enlevé complètement par l'érosion (fig. 7).

Vers le Châtelard, toujours dans le même synclinal, lorsque l'on remonte le torrent qui descend du hameau des Garins, on trouve, reposant sur l'Urgonien :

1° Gault (grès vert sans fossiles);

2° Sénonien (calcaire blanc avec *Inoceramus Cuvieri* a.c.);

3° Banc de poudingue bréchiforme avec une pâte très glauconieuse, où l'on trouve en grande abondance les fossiles suivants :

Nummulites perforata Lmk. typique, identique aux échantillons du Midi.
Numm. aturica [1] Joly et Leym.
Numm. Lucasana Defrance.

des Oursins de petite taille, malheureusement en trop mauvais état de conservation pour pouvoir être déterminés, et des Gastropodes (*Rostellaria* sp., *Pyrula* sp., *Cerithium plicatum* Brongt). Epaisseur : 2 mètres ;

4° Poudingue brèche à cailloux et pâte calcaires. Quelques bancs calcaires. Fossiles très rares, 10 mètres ;

5° Petit banc marneux, en grande partie recouvert par les éboulis et qui correspond au niveau saumâtre, 5 mètres;

6° Calcaire gréseux bleuâtre avec *Pecten* (Grès à petites Nummulites);

7° Calcaires schistoïdes et Grès micacés de la fausse Molasse.

Le calcaire gréseux à *Pecten* est beaucoup mieux développé et plus fossilifère vers le Mont Julioz, où la nouvelle route du Châtelard aux Garins le coupe sur une grande épaisseur; on peut y recueillir, dans des calcaires gréseux, bleus en profondeur, gris jaunâtre à la surface, par altération identiques à ceux du Plan de Lire, dans la montagne du Charbon, de nombreux fossiles, en particulier :

[1] C'est une forme provenant de cette localité que DE LA HARPE (*Num. des Alpes Françaises*) a désignée, à tort, sous le nom de *N. perforata, var. Baugensis.*

Dent de poissons.
Astarte sp.
Ostrea Brongniarti Bronn.
Cardita imbricata d'Orb.
Pecten imbricatus Desh ?
P. *nov. sp.* (à valve gauche aplatie et nombreuses côtes arrondies, rayonnantes).
Natica vapincana d'Orb.
Turbo sp.
Astrea raristella Mich.
Conoclypeus sp.
Nummulites complanata Lam.

Un peu au Nord des Garins, près du col du Planay, dans l'abrupt du flanc oriental, on voit reposer sur le Sénonien fortement plissé et faillé :

1° Conglomérat de base à grandes Nummulites ;

2° Alternances de grès calcaires jaunâtres (3 bancs de grès) et de calcaire schistoïde à écailles (Flysch calcaire). On trouve dans les grès des *Pecten* identiques à ceux du Mont Julioz ; des blocs éboulés m'ont fourni *Natica aff. studeri*, Quenst ;

3° Grès micacés supérieurs (Flysch gréseux passant à la fausse molasse).

Cette coupe fort intéressante nous prouve à la fois que le faciès, que j'ai désigné sous le nom de calcaire schistoïde, commence dès les couches inférieures, comme dans la montagne du Charbon et alterne nettement avec les grès à petites Nummulites.

Ce sont là les synclinaux tertiaires des Bauges proprement dites et j'ai insisté à dessein sur leur étude : ce sont les seuls où l'on trouve bien développée la série complète des couches Nummulitiques de la Savoie. Les nombreuses coupes de détail que j'ai données vont nous permettre de préciser la succession exacte des couches Tertiaires des Bauges, qui comprennent de bas en haut :

I. Conglomérats à éléments calcaires (ou de roches locales) et bancs calcaires (couches à grandes Nummulites).

II. Calcaires schistoïdes à écailles et débris de poissons (Flysch calcaire) pouvant passer à :
- a) Couches saumâtres à *Cérithes* (niveau des Diablerets) et calcaires à polypiers et *Natica Vapincana* Arclozan, mont Julioz.
- b) Calcaire gréseux à petites Nummulites et *Pecten*, *Ostrea Brongniarti*.

Ces deux faciès pouvant exister ensemble ou non.

III. Calcaires schistoïdes, se chargeant peu à peu de mica, devenant gréseux, d'aspect molassique, comprenant ce que j'ai désigné sous le nom de Flysch gréseux et de fausse Molasse pour les couches supérieures [1].

Synclinal de Leschaux. — A l'Ouest des différents synclinaux dont je viens de parler, formant le dernier synclinal tertiaire du massif géographique des Bauges, se trouve la large vallée qui s'étend de Saint-Jorioz par Leschaux-Bellecombe jusqu'au Chéran. Elle est limitée, à l'Est par la montagne du Roc-des-Bœufs et du Banc-du-Plan, à l'Ouest par la chaîne du Semnoz; au Nord, ce synclinal se perd dans la plaine d'Annecy. Jusqu'au Chéran, il ne renferme que des dépôts Tertiaires Aquitaniens, ou peut-être encore plus récents, comme je le montrerai plus loin; les dépôts Nummulitiques n'existent qu'en profondeur.

Vers le Chéran, ce synclinal se dédouble en deux: 1° un synclinal qui, au delà du Chéran, constitue la vallée des Aillons, entre l'anticlinal du Margéria à l'Ouest, le Mont de la Buffa et la Galoppaz à l'Est, et se termine à la Combe-Noire. Il est fermé au Sud par les rochers Urgoniens qui surplombent au-dessus de la Thuile et de Monthoux la cluse de Montmélian à Chambéry [2]; 2° la partie occidentale constitue le synclinal de Lescheraines, Planpalais et le Plateau des Déserts. Brusquement interrompu à la cluse de Montmélian, il reparaît plus au Sud, dans le synclinal Sénonien de l'Alpette et plus au Sud encore dans le massif de la Grande-Chartreuse. A l'Ouest, il est limité par le prolongement du Semnoz, c'est-à-dire, comme je l'ai déjà indiqué plus haut, par la montagne de la Cluse, le Revard, le Nivolet et, au delà de la cluse de Montmélian, par le Mont de Joigny.

Synclinal des Aillons. — Les couches Tertiaires les plus infé-

[1] La limite exacte entre les couches II et III ainsi qu'entre le Flysch gréseux (qui correspond tout à fait au macigno alpin de A. Favre) et la fausse Molasse de M. Hollande est évidemment toujours un peu arbitraire et varie beaucoup suivant les points considérés.

[2] Il me faudrait ajouter, pour être tout à fait complet, que, entre Aillon-le-Jeune et Aillon-le-Vieux, naît un petit synclinal secondaire sur le flanc oriental, formé par un repli de l'Urgonien et rempli par le Gault et le Sénonien. C'est grâce au Gault perméable aux eaux que les chalets de la Bottière ont pu s'établir dans cette région (Fig. 9.)

rieures que nous connaissions appartiennent à la base des terrains Nummulitiques[1]. C'est, comme toujours, un conglomérat bréchiforme formé de débris anguleux de calcaires noirâtres ou blancs (surtout Sénoniens), empâtés dans une gangue calcaire grisâtre ou brunâtre. J'ai suivi ces couches d'une façon presque continue depuis les rochers au-dessus de la Lappe, tout le long de la montagne de la Buffa, jusque dans la Combe-Noire, c'est-à-dire sur *tout le flanc oriental* du synclinal. Dans ces couches, j'ai recueilli en grande abondance :

Nummulites perforata Lmk. type.
Numm. aturica Joly et Leym.
Numm. Lucasana Defrance.

Au-dessus de cette assise, on trouve directement le Flysch calcaire (La Lappe) ou les calcaires gréseux à petites Nummulites (Sange). Ces calcaires gréseux à petites Nummulites sont bien développés, tout le long du flanc occidental du synclinal; les assises inférieures[2] se présentent sous forme de calcaires noirs, rappelant ceux qui existent à Arclozan, au voisinage de la couche de lignites ; ils ne contiennent ici que quelques rares débris de Nummulites et reposent directement sur l'Urgonien (col des Prés, derrière la Peisse). Les couches gréseuses, qui se suivent jusqu'au delà d'Aillon-le-Jeune, présentent de petites Nummulites *(N. aff. striata)*, et une grande quantité de *Pecten* :

Pecten pictus Goldf.
Pecten subtripartitus d'Archiac.
Pecten subdiscors d'Archiac.
Ostrea Brongniarti Bronn.
Clypeaster sp.

Les couches supérieures, constituées par des grès assez grossiers, très quartzifères, contiennent encore des Nummulites et sont surmontées par les assises du Flysch calcaire : calcaire schistoïde bleuâtre

[1] Elles ont été découvertes par M. Révil.
[2] Il existe encore, peut-être tout à fait à la base, quelques bancs de conglomérat calcaire que je n'ai vu qu'à l'état de blocs isolés, non en place.

à cassure esquilleuse se débitant facilement en lamelles, bien visible tout le long de la route de Col-des-Prés à Aillon; il contient de nombreuses écailles de poissons [1] *(Meletta).* Comme partout, ces couches, à la partie supérieure, passent a des assises beaucoup plus micacées, qui occupent le centre du synclinal; elles sont d'aspect Molassique, identiques aux grès qui supportent l'Eglise des Déserts. Ces grès (fausse Molasse) contiennent en abondance les moules d'un petit lamellibranche; certaines plaques en sont absolument pétries *(Nucules,* Grès à Nucules de mes publications antérieures); on y trouve, en outre, des restes charbonneux de plantes, quelquefois assez abondants pour former de petits amas ligniteux. Ces couches sont bien visibles dans le lit des ruisseaux qui les ont profondément découpées entre le col et Aillon-le-Jeune.

Les couches de grès et de flysch calcaire ne dépassent guère au Nord le village d'Aillon-le-Jeune; j'ai pu les suivre cependant jusqu'au hameau de Sur-le-Vif; elles reposent toujours sur l'Urgonien; les grès micacés supérieurs s'étendent un peu plus loin. Vers le Nord de la vallée des Aillons, on voit apparaître des couches Tertiaires plus récentes, appartenant à l'Aquitanien : ce sont des marnes rouges, alternant avec des couches de Molasse verte, grise ou jaunâtre, où je n'ai pu découvrir que de mauvaises empreintes de feuilles *(Daphnogene?)* Certaines de ces assises Molassiques ont un faciès qui rappelle énormément celui de la Molasse grise de Lausanne. En suivant le lit du Nant d'Aillon, on voit nettement les grès micacés à *Nucules* passer, d'une manière insensible, à ces assises Aquitaniennes. Le reste des assises Tertiaires doit exister en profondeur.

Dans toute cette vallée des Aillons, les couches Tertiaires reposent en général sur le Sénonien, pour le flanc Est du synclinal et sur l'Urgonien, pour le flanc Ouest; le Sénonien a été presque partout complètement érodé et le Gault n'existe plus, sur ce versant, qu'à l'état de lambeaux très faibles, par exemple le long de la nouvelle route d'Aillon-le-Jeune à Cimeterret. Vers le Sud, le

[1] M. MUNIER-CHALMAS a découvert autrefois un poisson presque entier dans le Flysch calcaire du col de Prés.

Gault et le Sénonien sont plus développés ; c'est ainsi qu'à la cascade formée par le Nant, après le hameau de la Peisse, au passage de la barre Urgonienne qui va former le Mont-Cervin, on a la coupe suivante :

1° Urgonien ;

2° Gault (grès vert, 20 mètres) ;

3° Sénonien (Calc. blanc un peu glauconieux à la base) ;

4° Grès grossier et Calcaires à petites Nummulites, formant la barre supérieure de la cascade (8 mètres) ;

5° Flysch calcaire à écailles.

Le Gault et le Sénonien ont donc dû autrefois exister dans toute l'étendue de ce synclinal, dont l'étude a mis en évidence deux faits très importants :

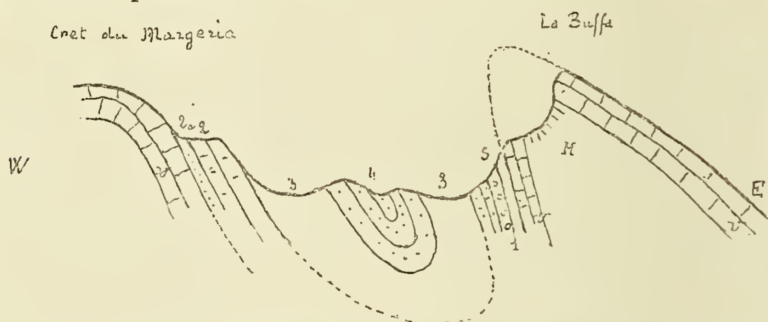


Fig. 8. — Coupe au Sud de la vallée des Aillons
H Hauterivien; U Urgonien; S Sénonien; 1 Conglomérat de base; 2 Calc. gréseux à petites Nummulites; 2a Grès grossier; 3 Flysch calcaire ; 4 Grès micacés.

1° Les couches inférieures à Nummulites existent dans ce synclinal ainsi que les grès de la fausse Molasse que je considère comme terminant la série Nummulitique des Bauges.

2° Contrairement à ce qu'avait avancé M. Hollande [1], les couches les plus anciennes ne sont pas uniquement sur le bord Ouest, mais surtout sur le bord Est de ce synclinal : les couches sont bien disposées dans l'ordre naturel qu'elles doivent occuper et il n'y a pas de retrait des couches.

La constitution des assises Tertiaires varie du Nord au Sud,

[1] De Hollande, *Bull.* n° 41, p. 9.

commele prouvent les deux coupes suivantes, prises, l'une au Sud vers la Peisse (fig. 8), l'autre au Nord vers Cimeterret (fig. 9).

Il ne nous semble donc pas possible d'admettre les conclusions de M. HOLLANDE. Interprétant des coupes incomplètes, il admet un soulèvement précoce du flanc Ouest, soulèvement qui aurait repoussé peu à peu la mer vers l'Est. Le flanc Ouest doit, au contraire, être resté constamment sous les eaux, la partie orientale se soulevant peu à peu. Les eaux se déssalaient progressivement ; les dépôts Aquitaniens sont franchement d'eau douce; à mesure que la partie Sud s'exhaussait, la partie Nord était soumise, au contraire, à un mouvement d'affaissement, qui a laissé en profondeur les dépôts les plus anciens. Il en est de même, comme nous allons le voir, dans la vallée des Déserts.

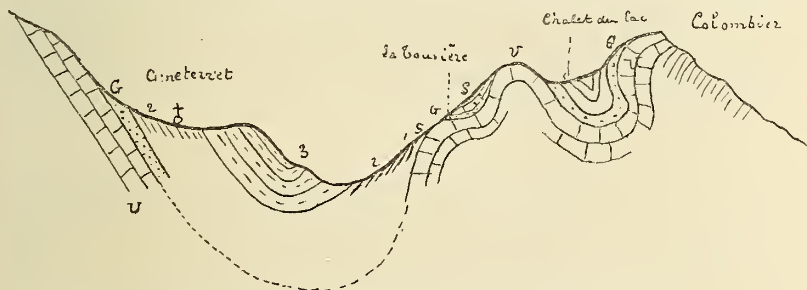


FIG. 9. — Coupe au Nord de la vallée des Aillons.
U Urgonien, G Gault; S Sénonien; 1 Nummulitique; 2 Grès à Nucules; 3 Aquitanien.

Synclinal des Déserts. — Les terrains Tertiaires bien développés sur le Plateau des Déserts, en particulier, ont déjà été étudiés par la Société Géologique de France, au moment de sa réunion extraordinaire à Chambéry, en 1844 ; j'ai donné plus haut la coupe qui avait été relevée au nord de l'Église des Déserts par l'abbé CHAMOUSSET.

M. G. DE MORTILLET. dans son *Prodrome d'une géologié de la Savoie* [1], fait également une allusion aux couches nummulitiques des Déserts ; dans sa *Géologie et Minéralogie de la Savoie* [2], il cite souvent le conglomérat de base, avec ses polypiers et ses

[1] G. DE MORTILLET, Prodrome d'une géologie de la Savoie, 1855.
[2] G. DE MORTILLET, *loc. cit.*, p. 256, 1860.

débris de Craie, surmontés de grès durs, jaunes ou blancs et le Flysch: c'est à peu de chose près la succession observée par la Société géologique.

TOURNOUER[1] montra le premier tout l'intérêt que présente l'étude du synclinal des Déserts, en y signalant la présence d'une faune Tongrienne. La coupe qu'il donnait, due à PILLET, était la suivante:

1° Grès micacé, jaune ou gris à *Lucina* (Église des Déserts).
2° Calcaire très sec siliceux avec *Potamides* (?) *Nystia Duchasteli*.
3° Flysch schisteux, à pâte fine, avec écailles de poissons.
4° Calcaire Nummulitique à Polypiers.
5° Brèche.

La faune qui accompagne ces dépôts a un caractère franchement méridional et se relie aux dépôts synchroniques des Basses-Alpes[2].

Dans son travail sur *les Bauges*, M. D. HOLLANDE[3] donne trois coupes des Déserts:

A la Doria sur l'Urgonien.
d. Grès grossier à Nummulites (4° niveau nummulitique).
e. Poudingue à cailloux Néocomiens et *N. crassatina*.
f. Couches à Polypiers et *N. crassatina*.
g. Grès et sables à *Cérithes* et *Bythinies*.
h. Couches à *Operculines* et *Cardita Laurae*.
i. Flysch oligocène à *Fucoïdes* et écailles de Poisson.

La coupe des Prés des Maréchaux est la même avec seulement en plus, à la base, les dépôts de glaise et de graviers grossiers plus ou moins ferrugineux.

A la Féclaz (chalets d'En Glaise), M. HOLLANDE donne toujours cette même succession (avec absence en certains points des couches *g* et *h*) que surmonte les marnes rouges à *Helix Ramondi* et la Molasse à *Sabal Lamanonis* de l'Aquitanien.

[1] TOURNOUER, *loc. cit.*, 1877, *Bull. Soc. Géol.*

[2] A la suite de la discussion à laquelle donna lieu cette communication, M. NOGUÈS indiqua la succession suivante des couches des Déserts:
Grès micacés (Pluviomarins ou lacustres), Flysch.
Couches à *Natica crassatina*.
Grès sableux à *Num. variolaria*.

[3] D. HOLLANDE, *loc. cit.*, 1889, pl. VIII, fig. 24.

Dans sa dernière note, M. D. HOLLANDE [1] donne de nouvelles coupes de la Doria et des Prés des Maréchaux, où les grès grossiers à petites Nummulites se trouvent au-dessus des couches à *Natica crassatina*.

Toutes ces coupes différentes, qu'il est difficile à première vue de raccorder les unes avec les autres, nous engagèrent, M. REVIL et moi [2], à reprendre l'étude stratigraphique et paléontologique du Nummulitique des Déserts. La succession qui résulte de cette étude est la suivante. Reposant sur l'Urgonien :

1° Poudingue calcaire avec quelques silex et débris de Craie et Natices.
2° Calcaires à Polypiers; grandes Natices *(N. aff. Vapincana)* et Nummulites d'assez grande taille, reposant directement en certains points sur les calcaires Urgoniens (vers les Charmettes, derrière l'église des Déserts).
3° Calcaires schistoïdes à écailles de poissons (Flysch calcaire).
4° Marnes à *Cardites (Cardita Laura*[3]*)* et calcaires marneux (Flysch).
5° Grès micacés à *Nucules* de l'église des Déserts.
6° Aquitanien.

L'existence de Flysch Tongrien ne paraît donc pas douteuse, comme le veut depuis longtemps M. HOLLANDE, mais son existence est prouvée par une coupe assez différente de celles qui ont été données jusqu'à présent. Ce Flysch existerait, non seulement dans la vallée des Déserts, mais encore dans la plupart des synclinaux des Bauges et, comme je le montrerai plus loin, dans tout le massif du Génevois. Ce faciès particulier, qui a débuté, au-dessus des conglomérats à grandes Nummulites (vallées du Char-

[1] D. HOLLANDE, *loc. cit.*, *Bull.* n° 41, p. 3.
[2] H. DOUXAMI ET J. RÉVIL, Sur les couches Tertiaires du Plateau des Déserts, près de Chambéry. (En publication.)
[3] Au col de la Doria, on voit ces couches reposer sur l'Urgonien; c'est un grès calcaire jaunâtre, à grains fins, où j'ai recueilli :

N. striata, c. petite variété à caractères très nets.
N. Guettardi, c. forme renflée, lame spirale mince, spire subrégulière. cloisons arquées.
Orthophragmina, sp. r,
Pecten pictus, Goldf. cc.
Pecten aff. operus, Desh. c. dents palatines de poissons.

Il est surmonté immédiatement par le Flysch calcaire à nombreuses écailles de poissons.

bon, des Aillons) par les calcaires schistoïdes, en lames plus ou moins épaisses, se continue en effet, pendant toute la série des temps Nummulitiques. Les bancs alternent avec les bancs à petites Nummulites dans le synclinal d'Entrevernes. Lorsqu'on se dirige à l'Est, vers le village des Mermets, on voit ces calcaires schistoïdes alterner avec des bancs fossilifères de grès à Nucules.

Ces grès à petits bivalves de la vallée des Déserts ou des Aillons correspondent évidemment aux couches supérieures des grés micacés de la vallée d'Entrevernes (collines au-dessus de ce village); ils ont encore un faciès légèrement saumâtre ; les couches qui leur sont superposées et qui contiennent des fossiles Aquitaniens sont beaucoup plus nettement lacustres. Aussi je les considère, pour toutes ces raisons, comme appartenant encore au Tongrien et terminant la série Nummulitique des Bauges. Leur âge est d'ailleurs difficile à préciser davantage, non seulement par suite de l'absence de fossiles caractéristiques, mais encore à cause des transitions insensibles qui existent entre ces couches et les dépôts franchement Nummulitiques d'une part, ou les argiles bariolées et les Molasses plus ou moins sablonneuses, franchement Aquitaniennes. En un grand nombre de points (vallée des Déserts, Aillon, Annecy-le-Vieux, etc.), les eaux ont toujours existé pendant la fin de l'Oligocène et ont seulement subi une déssalure progressive.

Comme dans le synclinal des Aillons, les couches marines diminuent beaucoup d'épaisseur, à mesure qu'on s'avance vers le Nord du Plateau des Déserts. J'ai pu suivre les grès à petites Nummulites, avec *Pecten* et *Ostracés*, jusqu'au Nord du col de Planpalais, sur le versant Ouest du synclinal, jusque vers Saint-François-de-Sales; au delà, les Grès micacés supérieurs occupent encore les centre de la vallée, le long du ruisseau qui descend vers Lescheraines (ruisseau de Saint-François) et sont recouverts par des couches de marne et de Molasse verte, appartenant à l'Aquitanien et d'ailleurs en parfaite concordance de stratification.

Les couches de calcaire schistoïde, qui sont bien visibles tout le long de la route du col de Planpalais, présentent des bancs calcaires à cassures esquilleuse, bien développés, contiennent de nom-

breuses écailles de poissons et des débris de plantes (*Chondrites affinis* Ung) ; on les suit également avec les grès inférieurs, jusque vers Saint-François-de-Sales [1].

Comme l'a très bien fait remarquer M. HOLLANDE, il y a une très grande variété dans la nature des dépôts Tertiaires, au contact de l'Urgonien ou des sables de l'Éocène inférieur légèrement remaniés ; de plus, la présence dans les conglomérats de base ou dans les sables Éocènes, de débris abondants de Craie, de silex Urgoniens et Sénoniens, les lambeaux de Gault et de Sénonien qui existent un peu plus au Nord (Pont d'Entrèves, route de Leschaux, Sévrier) montrent que, primitivement, comme dans toute la région, le Sénonien et le Gault recouvraient toute la surface de l'Urgonien; ce sont les érosions post-Crétacées qui se sont produites au moment des mouvements alpins anté-Nummulitiques, qui les ont fait disparaître en grande partie. Ces dépôts inférieurs sont d'ailleurs nettement littoraux ; la chaîne Revard-Nivolet marquait évidemment la limite occidentale des mers Nummulitiques inférieures, grâce à un certain relief existant dans cette partie méridionale des Bauges.

La composition des terrains Tertiaires supérieurs est extrêmement variable. Au Nord du col de Planpalais, vers le Noyer et Lescheraines, on a un ensemble épais, constitué par des Marnes et des Molasses vertes, où l'on ne trouve que quelques rares débris de plantes. A droite du Pont de Lescheraines, sur la rive gauche du Chéran, on peut relever facilement la coupe suivante, donnée par M. HOLLANDE :

1° Deux gros bancs de Molasse gréseuse, grise, séparés par des lits marneux.
2° Gros banc de grès, où l'on aurait trouvé le *Sabal Lamalonis*, conservé au Musée de Chambéry.
3° Marnes rouges bigarrées avec rognons de grès.
4° Marnes rouges avec *Helix (Coryda) rugulosa. G. V. Martens.*
5° Molasse à mica blanc (1er étage Méditerranéen?)

[1] A Saint-François-de-Sales, M. HOLLANDE signale un poudingue calcaire, à éléments surtout Urgoniens et Crétacés, qu'il rapporte à la base du Tertiaire et que je serais plutôt tenté, d'après le faciès, de rapporter au Sénonien.

Plus au Nord, le long de la route de Leschaux, les couches reposent, tantôt sur le Sénonien (fours à chaux de Sévrier), tantôt sur le Gault (Leschaux, Entrèves), enfin le plus souvent sur l'Urgonien. Les affleurements sont très épars, peu importants (le Glaciaire joue en effet un rôle considérable dans toute la vallée de Leschaux) et il est pour ainsi dire impossible de les relier les uns aux autres. Les dépôts comprennent une série de grès, de marnes plus ou moins bariolées, de molasse verte ou rouge ; la composition varie d'ailleurs avec chacune des localités, où l'on peut voir des affleurements. Si l'on se rapporte au faciès des couches, certains grès se rapprochent tout à fait, comme aspect, de la Molasse grise de Lausanne (base du premier étage Méditerranéen). Ils sont intercalés en bancs épais, au milieu d'autres couches rappelant par leurs teintes bariolées les dépôts Aquitaniens. Il est donc impossible d'établir une division quelconque au milieu de ce puissant ensemble de couches Aquitaniennes et sans doute Miocènes inférieures.

Les renseignements paléontologiques sur ces couches sont également extrêmement rares. C'est ainsi que, jusqu'à présent, les seuls restes organisés que l'on connaisse de ces couches sont les suivants :

Sabal Lamanonis, Ung. (Lescheraines).
Helix (Fruticicola) lepidotricha. Braun *(id.)*, vallée de Leschaux.
Helix (Coryda) rugulosa G.-V. Martens *(id.)*.

d'après M. Hollande. J'ai trouvé, entre Glapigny et Leschaux, des moules d'Hélix qui se rapportent à *Helix eurhabdota*, Fontannes de l'Aquitanien du Bassin du Rhône ; et dans la vallée des Aillons, des feuilles de *Daphnogene ;* c'est-à-dire, d'une manière générale, des formes nettement Aquitaniennes.

Il faut surtout remarquer l'identité presque complète des formations Tertiaires inférieures et supérieures de la vallée des Aillons et de la vallée des Déserts. La stratigraphie vient apporter ainsi à la tectonique un argument pour montrer que ces deux vallées, au delà du Chéran, viennent se confondre en un seul synclinal, celui

de Leschaux. Entre les deux, se trouve le pli faille du Mont Margeria, Mont Cervin, dont le soulèvement, postérieur à l'Aquitanien, est venu troubler la régularité d'allure des dépôts, sur le versant oriental de la vallée des Déserts. Ce pli faille rompu à l'Ouest, s'explique bien plus naturellement par la poussée Est Ouest dont j'ai déjà signalé l'existence que par un soulèvement Ouest-Est comme le voudrait M. HOLLANDE.

Pendant toute la durée de la période Nummulitique, les Bauges ont été soumises en outre, à un soulèvement lent Sud-Nord, de la partie méridionale de ce massif : c'est ainsi que, dans le synclinal des Aillons, comme dans celui des Déserts, les dépôts les plus anciens se trouvent dans la partie méridionale la plus élevée de ces synclinaux [1] ; ils s'enfoncent, vers le Nord, sous des couches de plus en plus récentes. Les eaux reculaient en même temps que la salure diminuait. Au delà de Sévrier, l'anticlinal du Semmoz peu à peu disparaît sous les dépôts Quaternaires et Tertiaires de la plaine d'Annecy et ne reparaît pas plus au Nord, si ce n'est peut-être, comme je l'ai indiqué plus haut, dans la chaîne du Salève. L'anticlinal du Roc-des-Bœufs et du Banc-du-Plat, au delà du lac d'Annecy, paraît se prolonger dans l'anticlinal Crétacé du Rampon et du Rampignon, près Annecy-le-Vieux, en changeant légèrement de direction et s'infléchissant vers le Nord Est. Le synclinal de Leschaux vient donc s'étaler dans la région qui constitue le Plateau des Bornes, au Sud du lac Léman, entre l'anticlinal du Salève à l'Ouest et les premières chaînes subalpines ou des Préalpes du Chablais à l'Est.

Le faciès des dépôts Tertiaires qui remplissent cette vaste cuvette, sous l'épais manteau de Glaciaire si développé dans cette région, présente en effet la plus grande analogie avec celui des dépôts Tertiaires de la vallée de Leschaux, des Déserts ou des Aillons. Dans toute la partie méridionale de la plaine d'Annecy, les couches, horizontales dans le centre du plateau, se relèvent légèrement, le long du Salève, où elles reposent sur l'Urgonien ou les sables Eocènes

[1] Au delà de la cluse de Montmélian, dans le prolongement méridional du synclinal des Déserts, on ne rencontre pas de terrains Tertiaires marins, mais seulement des dépôts Sénoniens.

ferrugineux. A l'Est, ces couches sont, comme dans tout le massif du Génevois, beaucoup plus fortement relevées et arrivent même jusqu'au renversement [1].

Cette bordure orientale est particulièrement intéressante à étudier: c'est ainsi que, près d'Annecy-le-Vieux, vers le hameau de Barattes, on peut relever la coupe suivante (fig. 10), le long du chemin allant à Sur-les-Bois. Sur le calcaire Urgonien fortement redressé, on trouve :

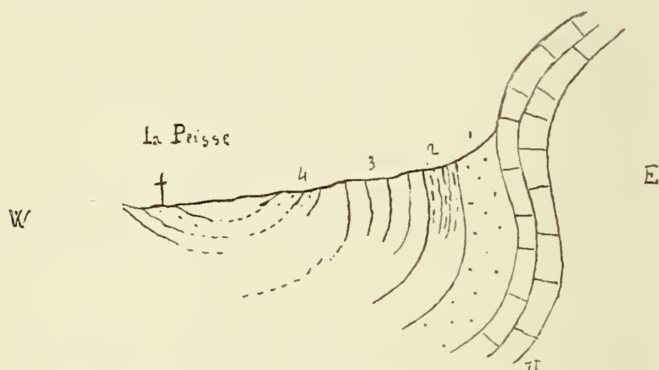


Fig. 10. — Coupe vers les Barattes.

U Urgonien; 1 Grès et Calcaires à *N. striata;* 2 Flysch gréseux passant à des 3 Grès micacés (Fausse Molasse); 4 Aquitanien.

1° Grès et Calcaires plus ou moins siliceux qui correspondent aux couches à petites Nummulites *(N. striata);* les couches inférieures sont plus grossières et contiennent des cailloux et des silex (provenant sans doute de la Craie). Les parties supérieures sont plus fines, passant même en certains points à un véritable sable jaunâtre qui, à l'air, devient blanc, comme aux Déserts et contient des traces de *Pecten.*

2° Grès gris-bleuâtres, en bancs de 25 à 30 centimètres, séparés par des lits marneux, devenant fortement micacés à la partie supérieure et identiques aux grès micacés supérieurs de la vallée

[1] Il en résulte que l'axe de ce synclinal est beaucoup plus rapproché des Alpes que du Salève.

du Désert *(e^3 m'''* de la feuille d'Annecy) ; on y trouve des traces de plantes comme aux Aillons.

3° Couches marno-sableuses micacées ; ces couches sont moins fortement inclinées que les précédentes. La couleur bleue est beaucoup plus foncée ; elles se relient nettement aux couches qui affleurent plus loin vers le château de la Peisse. Elles appartiennent déjà à l'Aquitanien.

Vers le Nord de la montagne de Rampon et Rampignon, au Pont Saint-Clair, on a une autre coupe aussi intéressante, qui présente de bas en haut :

1° Calcaire bleuâtre avec fossiles de l'Aptien fortement redressé ;

2° Calcaire blanc (Sénonien) ;

3° Grès siliceux et calcaire à *Nummul. Ramondi*, *Pecten pictus*, comme aux Déserts, au Passage des Contrebandiers, et dans tout le Génevois ;

4° Grès siliceux brunâtre, rappelant beaucoup ceux du col de la Doria, et passant aux couches du flysch micacé gréseux ;

5° Molasse Aquitanienne comme à la Peisse.

Toutes les couches sont d'ailleurs renversées.

Le flanc oriental de la partie méridionale de ce plateau des Bornes présente donc une analogie complète avec ce que nous connaissons des dépôts Tertiaires des Bauges. Comme dans la vallée des Aillons ou la vallée des Déserts, les couches les plus anciennes sont situées sur le versant oriental et plongent sous les couches plus récentes (Aquitaniennes), qui existent seules dans le centre du synclinal. Il y a là aussi passage insensible et concordance parfaite entre les dépôts franchement Nummulitiques et marins et les dépôts saumâtres ou lacustres de l'Aquitanien. Cela montre que les eaux n'ont pas abandonné la région pendant toute la durée du Nummulitique et de l'Aquitanien.

Le *Plateau des Bornes*, qui s'étend entre les Alpes et le Salève, depuis les environs d'Annecy jusqu'à la vallée de l'Arve, est en grande partie constitué par les dépôts Molassiques, bien développés à partir d'Annecy-le-Vieux. Ces couches, qui atteignent une épaisseur considérable, sont de la plus grande pauvreté au

point de vue des restes organisés et d'une monotonie de faciès désespérante. On compte, non pas les points fossilifères, mais les fossiles recueillis dans ce puissant ensemble. A. Favre[1], d'abord, et G. Maillard[2], plus récemment, en ont donné d'excellentes descriptions. On a une série de collines de formes arrondies, comme toutes les collines Molassiques recouvertes de dépôts glaciaires avec blocs erratiques, dont le point le plus élevé (Gros Fayard) est à 1164 mètres d'altitude.

Le long du Salève, on voit, tout à fait à la base de cette formation, les grès marins et poudingues signalés depuis longtemps par A. Favre (route d'Etrembières à Mornex ; entre Mornex et Essert), ils ont une épaisseur d'une cinquantaine de mètres; les fossiles qu'on y a recueillis sont malheureusement peu déterminables ; ce sont des *Cérithes*, des *Natices* et quelques bivalves ; un Cérithe, à trois rangées de tubercules, me paraît se rapporter au *Potamides margaritaceus* Lmk. L'âge de ces dépôts serait donc Aquitanien inférieur et je les rapproche des couches saumâtres qui existent dans le prolongement Nord du plateau des Bornes, au delà du lac Léman, dans le plateau du Jorat. L'existence de ces dépôts saumâtres, à la base de l'Aquitanien, s'explique d'ailleurs tout naturellement, par suite du soulèvement progressif qui s'est produit dans la région du Génevois ; ce mouvement a rejeté peu à peu la mer vers l'Ouest. Les eaux à la fin du Tongrien n'occupaient plus que la partie tout à fait occidentale des Bauges (vallée d'Aillon, des Déserts et de Leschaux) et la région des Bornes. Elles se sont peu à peu dessalées, par suite du retrait de la mer vers le Nord-Est ; des lagunes saumâtres ont pu, dans la région du Salève, comme plus au Nord, dans la région du Jorat Suisse, persister jusqu'aux débuts de l'Aquitanien.

Les couches, qui sont superposées aux précédentes, sont constituées par un grès marneux plus ou moins micacé, dont certains bancs sont beaucoup plus durs et font saillie. Les couches infé-

[1] A. Favre, *loc. cit.*, t. I.

[2] G. Maillard, Note sur diverses régions de la feuille d'Annecy (*Bull. des services de la Carte Géol. de la France*, n° 22, 1891).

rieures sont formées de grès Molassique verdâtre, alternant souvent avec des marnes rouges et œillées, comme on le voit dans le lit du Viaison, près des usines électriques des chemins de fer du Salève (les bancs de Molasse y sont activement exploités) ou, dans le lit du Fier, au pont de Cran, près d'Annecy. Du côté des Alpes, vers Thorens, ces couches inférieures présentent un banc de lignite intercalé de 30 centimètres d'épaisseur, anciennement exploité.

Les couches marneuses, avoisinant le lignite, ont fourni de belles empreintes de fougères que O. HEER [1] a déterminées comme :

Aspidium dalmaticum, A. Br. sp.
Aspidium lignitum, Gieb sp.
Arundo Gaepperti, Heer sp.
avec des feuilles de Dicotylédones et des radicelles.

Cela rattache ces couches à celles de la Paudèze et de Monod, dans le Jorat Suisse. Les couches supérieures, qui occupent surtout le centre du synclinal, ressemblent beaucoup comme aspect aux couches de la Molasse grise des environs de Lausanne [2]. La séparation précise est d'ailleurs impossible à faire, étant donnée l'absence presque complète de documents paléontologiques. Les seuls restes fossiles connus dans ces couches, outre les plantes que je viens de citer, sont:

Helix Ramondi, Brgt qui a été trouvé à Villy-le-Pelloux, à Groisy-en-Bornes, au Pont de-Cran (MAILLARD).
Helix Lausannensis, Dumont et de Mortillet (Pont-de-Cran).
Limnea urceolata, Sandberger (Pont-de-Cran).

Ces deux dernières formes, dans la Plaine Suisse, sont surtout Langhiennes. A Marnex, dans les grès plus ou moins marneux de la base, on a signalé :

[1] O. HEER, Recherches sur la végétation et le climat du pays tertiaire, *Trad. de Ch. Gaudin*, p. 68.
[2] Sur la feuille géologique (1/80000) d'Annecy, elles ont été rangées, en effet, dans le Burdigalien inférieur m_{21}.

Sabal hœringiana, Ung.
Daphnogene lanceolata, Ung.
Pinus Lardyanus, Heer.
Poracites ssp, Heer.
Myrica Studeri, Heer.

Au Nord de la plaine de l'Arve, les dépôts Quaternaires ne laissent plus affleurer que quelques lambeaux de terrains Tertiaires, dont le plus intéressant est celui de la colline de Bissy. On peut, en suivant le cours du ruisseau qui coupe cette colline, constater, de la façon la plus nette, l'existence, dans les couches de grès Molassiques, alternant avec des bancs marneux, d'un pli anticlinal qui n'est autre que la continuation septentrionale du pli du Salève. Nulle part on ne retrouve de sédiments marins Miocènes.

Ces dépôts de la partie centrale et occidentale du synclinal du Plateau des Bornes qui, se relient si naturellement au Sud et à l'Est, aux couches Nummulitiques, sont aussi en relation intime, à l'Ouest, avec les dépôts Molassiques des environs de Genève et de la vallée de Rumilly, et au Nord, avec les dépôts Tertiaires supérieurs de la Plaine Suisse, dont je m'occuperai un peu plus loin.

Sur la bordure orientale, au niveau de la vallée de l'Arve, les plis du Génevois ont subi une inflexion qui les fait se diriger vers le N.-E. Interrompus au niveau de la vallée de l'Arve, ou disparaissant sous une couverture de flysch, ils se prolongent au delà, comme l'a récemment montré M. Haug, dans son remarquable travail sur les hautes chaînes calcaires de la Savoie[1], par les plis extérieurs et les plis de la Dent du Midi. Au delà de la vallée du Rhône, on les retrouve dans le massif de la Dent de Morcles.

Au Nord de la vallée de l'Arve, existe un massif montagneux (Préalpes du Chablais et de Suisse), tout différent des chaînes du Génevois et formant une zone tectonique distincte, dont l'indépendance a été mise en évidence par un grand nombre d'auteurs, depuis de Saussure) en particulier, dans ces dernières années par M. Schardt et M. Haug), depuis la vallée de l'Arve en France jusqu'au lac de Thoune en Suisse. Quelle que soit l'origine des

[1] Haug, Etudes sur la Tectonique des Hautes chaînes calcaires de la Savoie (*Bull. des services de la Carte Géol. de France*, n° 47, 1895.)

Préalpes, lambeau de recouvrement, suivant M. Schardt, ou massif en éventail suivant M. Haug, d'après ce que je viens de dire, pour retrouver plus au Nord des dépôts comparables à ceux de la bordure occidentale des chaînes du Génevois, aux environs d'Annecy, il nous faudra étudier la grande vallée synclinale du val d'Illiez, qui sépare le massif des Préalpes du Chalbais de celui de la Dent du Midi.

L'étude des dépôts tertiaires du val d'Illiez nous révèle, en effet, des faits comparables à ceux que j'ai signalés pour la plaine d'Annecy ou les vallées occidentales des Bauges.

Au-dessus du Flysch on a un puissant massif (400 mètres) de grès et de schistes verts et rouges en discordance peu visible. On y a signalé des aiguilles de conifères et *Sabal major* qui en déterminent parfaitement l'âge Aquitanien inférieur. Pour tous les auteurs, et en dernier lieu pour M. Lugeon, il n'est pas douteux que ces dépôts se rattachent à ceux de la Plaine Suisse. Ce serait une preuve de plus pour admettre la disposition d'un massif en éventail des Préalpes du Chalbais.

Lorsque l'on considère la bordure occidentale des Préalpes, soit dans la région française, soit dans la région vaudoise, les terrains Nummulitiques présentent un faciès tout différent de celui des régions des Bauges ou du Genevois. Le seul fait qui reste constant est la continuité parfaite qui existe entre les dépôts Nummulitiques et les dépôts plus récents de l'Aquitanien, comme dans la région d'Annecy. Il y avait donc, bordant les Préalpes et les Hautes-Alpes calcaires de la Savoie, les recouvrant en partie et s'étendant plus ou moins à l'Ouest, un vaste bassin, d'abord marin, puis lacustre. Il occupait un vaste géosynclinal subalpin, depuis le sud d'Annecy jusque dans la Suisse orientale et le bassin du Danube.

Dans la région que j'étudie en ce moment, il existe en avant des Préalpes proprement dites, mais se rattachant cependant à ce massif, une première chaîne constituée surtout par les dépôts tertiaires. Ce sont les Voirons, dont l'étude est particulièrement intéressante.

Les Voirons. — Les différentes opinions émises au sujet de ces chaînes ont été résumées par ALPH. FAVRE[1]. Cet auteur a considéré les Voirons comme formés par un double pli anticlinal, dont la partie supérieure érodée laisse affleurer les couches Néocomiennes et même les couches Jurassiques. La coupe qu'il en a donnée (Pl. IV, fig. 4), a été reproduite, au moment de la réunion de la Société géologique de Genève et admise, par M. EM FAVRE, dans la note sur la structure géologique des Voirons[2], publiée au moment de cette réunion. Dans la feuille géologique (1/80000) de Thonon, parue en 1894, M. RENEVIER distingue dans les couches jusqu'alors rapportées au Nummulitique (*macigno alpin* de M. A. FAVRE), des couches d'aspect plus ou moins Molassique et des poudingues qu'il rapporte à l'Aquitanien. Cette dernière interprétation ne me paraît pas concorder avec ce que l'on peut observer sur un grand nombre de points de la chaîne des Voirons où la succession des couches données par A. FAVRE se retrouve, pour ainsi dire, trait pour trait.

En particulier, en remontant le ravin qui se trouve immédiatement après la station de Saint-Cergues, sous l'erratique qui est encore plus développé que ne l'indique la carte géologique, et qui donne naissance à de nombreuses formations tuffacées le long des pentes, on voit affleurer une série de couches Molassiques formées de grès grisâtres, bleuâtres, alternant avec des bancs de marnes rouges et noires; la marne rouge renferme de nombreuses intercalations de gypse et de calcite. Les bancs de grès grisâtre sont activement exploités dans de nombreuses carrières; ils constituent ce que ALPH. FAVRE appelait la *Molasse de la base des Voirons*. Les couches plongent assez fortement vers l'Est; à mesure qu'on s'avance vers l'Ouest, on voit ces bancs de grès marneux rougeâtre et de marnes œillées devenir subhorizontales et même

[1] A. FAVRE, *loc. cit.*, t. I, p. 413 et suivantes. Il faut se rapporter à cet auteur pour toute la bibliographie antérieure à lui.

[2] E. FAVRE, Note sur la structure géolog, des Voirons, *Bull. Soc. Géolog.*, 3e série, t. III, p. 690.

plonger vers l'Ouest, vers la plaine; cela prouve l'existence d'un anticlinal[1] dans ces couches qui sont nettement Aquitaniennes. Pour Em. Favre, cet anticlinal Molassique, plus oriental que celui du Salève, correspondrait au second anticlinal de la Molasse constaté par Kaufmann, aux environs de Zurich et de Lucerne.

En continuant de monter par le ravin, on constate, au milieu de ces couches qui sont fortement plissées, de nombreuses fractures parallèles à la chaîne, accompagnées de glissements des couches, bien visibles par exemple, dans le ravin situé sous Armiaz. Puis, on voit s'intercaler des bancs de grès plus fins au milieu de bancs de grès verdâtres, alternant avec des bancs de marnes qui présentent de petits amas de jayets. Ces bancs sont fortement micacés et offrent de véritables lits charbonneux avec débris de plantes. Ce faciès rappelle complètement celui des dépôts que j'ai étudiés un peu plus haut, près d'Annecy-le-Vieux, aux Barattes. Ces couches correspondent par conséquent aux termes supérieurs du terrain Nummulitique des Bauges. Ce faciès se retrouve d'ailleurs plus au sud, dans le Mont Vuant et aux environs de Bonne. Il y a sur ce versant occidental, passage sans changement brusque, de la Molasse Aquitanienne au macigno alpin (flysch), sans qu'il soit possible de séparer ces deux formations. A mesure que l'on s'élève, on voit ces couches devenir un peu plus schisteuses, tout en restant toujours gréseuses et micacées. C'est au milieu de ces couches que jaillit le petit anticlinal Néocomien des Hivernages. Ce Néocomien présente un faciès alpin Provençal, différant complètement de celui du Néocomien du Salève. Au delà des Hivernages, on voit ensuite réapparaître des grès fins, micacés, marneux, schistoïdes, alternant avec des grès plus durs, calcaires qui, le long de la nouvelle route allant vers chez Hominal, montrent des bancs plus grossiers, avec petits cailloux cristallins. Il existe même déjà deux bancs de poudingues avec des cailloux granitiques altérés, et des marnes gréseuses facilement délitables

[1] Ce que l'on voit encore également un peu plus au Sud.

au contact de l'air et contenant de nombreux débris de plantes peu déterminables. On rencontre ensuite les affleurements classiques du Malm et du Néocomien de chez Hominal. Au delà, en montant vers le Pralaire, on voit s'intercaler dans le flysch des calcaires schistoïdes identiques à ceux des Bauges, avec de nombreux fucoïdes *(Chondrites Targioni*, var. *arbuscula* Fisch-Ooster, *Ch. longipes)*. Au-dessus, viennent des grès plus ou moins grossiers, avec nombreux galets alpins (quartz rose, granite) et contenant toujours des intercalations marneuses. Ces grès forment l'abrupt des Voirons ; ils passent au sommet à un poudingue grossier dont les éléments peuvent atteindre la grosseur de la tête C'est ce poudingue qui a été assimilé par M. Renevier au poudingue Aquitanien de Lavaux. Ces deux formations diffèrent essentiellement et par la nature des éléments et par l'aspect général ; le poudingue de Lavaux est surtout calcaire, les éléments cristallins y sont extrêmement rares, alors que dans le poudingue des Voirons, les éléments cristallins sont prédominants à tel point que les sables résultant de la décomposition des grès grossiers constituent une véritable arène granitique. Les poudingues de Lavaux alternent avec des marnes à plantes Aquitaniennes (moulin Monod, Rivaz); dans les parties gréseuses de ces pondingues, aux Voirons, on trouve des Nummulites. Ces grès constituent tout le versant N.-W. et S.-E. des Voirons, présentant une composition un peu variable. Aux chalets des Voirons, les intercalations marneuses y sont fréquentes, et vers Bons, des grès grossiers, formant des couches inclinées vers l'Est, présentent de nombreux galets de granite rouge. En se dirigeant vers Clavel, on voit s'intercaler, vers Bons, des grès blanchâtres et quelques lits marneux rougeâtres. De la Covaz à Lully, on marche constamment sur ces couches gréso-marneuses du flysch ; sur elles, on voit reposer, au col de Couz, le Trias (calc à gypse et cargneules) par suite d'un recouvrement.

Le mont Vuant (982 mètres), un peu au Sud et à l'Est des Voirons, n'est que la continuation de cette chaîne. En suivant le sentier qui va à Saint-André, on voit de nombreux bancs d'un conglomé-

rat polygénique, à éléments très variés, identiques à ceux des Voirons ; on y trouve des blocs de carbonifère alpin très volumineux, ayant fourni des restes de plantes houillères identiques à celles de Taninges. Les couches alternent, à la partie supérieure de la colline, avec des bancs de calcaire schistoïde à cassure esquilleuse, ressemblant à s'y méprendre aux couches du col de Planpalais dans les Bauges. Ces calcaires sont exploités comme dalles et l'arène qui provient de la décomposition à l'air du poudingue, comme sables que l'on emploie dans les constructions. A l'Est du mont Vuant, on voit reposer, comme au col de Couz, par suite d'un pli faille, le Trias sur le Tertiaire. La coupe générale est donc la suivante (fig. 11).

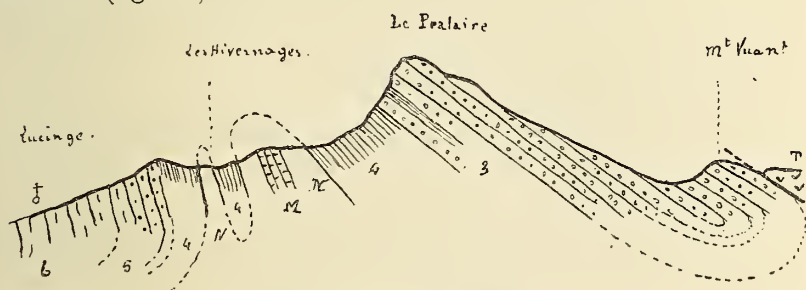


Fig. 11. — Les Voirons.

T Trias ; N Néocomien ; M Malm ; 3 Brèche polygénique ; 4 Flysch feuilleté ; 5 Fausse Molasse ; 6 Aquitanien.

La composition du Nummulitique des Voirons diffère donc de celle du terrain Nummulitique des Bauges ou des chaînes du Genevois. On n'y connaît pas, en effet, comme dans tout le Chablais, de vrais calcaires Nummulitiques. Les calcaires schistoïdes bleuâtres y sont cependant représentés et correspondraient aux couches les plus inférieures du Nummulitique. Enfin l'on voit s'intercaler, soit au milieu de ces couches inférieures, soit au milieu des couches micacées et gréseuses qui passent par transition insensible aux couches Aquitaniennes, de puissantes couches de poudingues polygéniques. M. Sarrasin[1], dans une étude récente, fort intéressante,

[1] Ch. Sarrasin, De l'origine des roches exotiques du Flysch, *Arch. des sc. phys. et natur. Genève*, 3e période, t. XXXI, 1894.

sur les roches exotiques du flysch, a reconnu, dans les roches qui renferment les conglomérats des Voirons :

Granulite avec orthose rouge très abondante.
Granite altéré.
Porphyre globulaire rouge.
Granulite très riche en biotite et orthoses porphyroïdes roses.
Microgranulites à amphibole.
Microgranulite graphique rose.
Porphyre globulaire très acide.
— — de couleur noire.
Gneiss à gros cristaux d'orthose rose.
Roche détritique métamorphosée.
Grès noir ressoudé (Biotite, magnétite, parties charbonneuses et surtout quartz).
Série de calcaires du Malm, du Néocomien et de l'Urgonien, provenant des chaînes des Alpes calcaires avoisinantes.

Pour M. Sarrasin, il y a une analogie extrêmement frappante, entre les roches des poudingues des Voirons et celles si caractéristiques de la région de Lugano et de Baveno.

Vers le Nord, les Voirons se prolongent par les affleurements de grès Molassique du couvent de Roveréaz, de la colline du château de Rochette et des Allinges, dépôts ballottés entre le flysch gréseux et l'Aquitanien. Aux Allinges, il existe une petite couche contenant des fragments d'ambre (succin) jaune ou brun. Le faciès rappelle celui des grès Aquitaniens du reste de la plaine, mais la présence de traces, attribuées à l'*Helminthoïdea crassa* Schafh, tendrait à les rapporter aux couches supérieures du flysch.

Les Pléiades. La Berra. Habkern. — Au nord du lac Léman, la prolongation des Voirons se retrouve dans la chaîne des Pléiades. Le long du bord externe de ces chaînes, l'on constate, comme l'a montré M. Hans Schardt[1], la superposition directe à l'Aquitanien de la Molasse rouge de Vevey, des schistes feuilletés et des grès fins du flysch. La zone externe de flysch, qui constitue les Voirons et le mont Vuant, se retrouve

[1] H. Schardt, Coup d'œil sur la structure géologique des environs de Montreux (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXIX, nº 112, 1893).

également dans les Préalpes de Suisse, constituant la région de la Berra et du Stockberg; on la retrouve au Gurnigel, où, sur la molasse renversée, on a d'abord des grès (grès de Gurnigel), du flysch schisteux, formant avec des marnes noires et des calcaires foncés un synclinal couché. Les bancs de poudingue se trouvent près de la base des grès de Gurnigel, et enfin, au Nord-Est du lac de Thoune, dans le synclinal de Habkern et toute la zone externe du flysch. La coupe générale du Nummulitique est toujours la même[1]; les roches exotiques des poudingues, qui existent surtout dans les couches supérieures du flysch (ce que j'ai appelé le flysch gréseux) sont les mêmes et présentent l'analogie la plus frappante avec celles de la région de Lugano, Baveno, Prédazzo.

J'ai insisté à dessein sur la composition de cette zone externe du flysch des Préalpes qui se continue si nettement au delà du lac de Thoune, parce que cela va permettre de comprendre beaucoup plus facilement le Nummulitique de la région du Genevois, qui représente un type intermédiaire entre le Nummulitique des Bauges et celui des Voirons.

Nummulitique des Alpes calcaires du Genevois. — Avant de comparer les couches tertiaires des Bauges avec celles du reste des Alpes calcaires de Savoie, il importe d'abord de bien préciser la nature de ces dépôts, ainsi que leur succession exacte et l'âge qu'il faut leur attribuer, d'après les données stratigraphiques et paléontologiques. Des nombreuses coupes que j'ai données plus haut, il résulte la succession suivante de bas en haut :

1° Conglomérat de base, à éléments calcaires, provenant des terrains avoisinants, connu au Châtelard, à Entrevernes, dans la vallée du Charbon ; je l'ai signalé encore plus à l'Est, dans la vallée des Aillons, surtout le versant oriental[1]; on le retrouve également dans les chaînes du Genevois au Nord du lac d'Annecy, au Brison, à la montagne des Roches-Vieilles, à l'Est du synclinal de Ser-

[1] Il y a seulement à signaler quelques intercalations de calcaire Nummulitique.

[2] Je serais assez tenté de rapporter à ce niveau le conglomérat inférieur du plateau des Déserts, également à éléments calcaires, où l'on a signalé de grandes formes de Nummulites.

raval, au col du Grand-Bornand, au chalet de l'Essex, au Désert de Platé ; d'une manière assez constante sur le pourtour de la formation Nummulitique. On peut le suivre également dans le massif de la Dent de Morcles, où il a été signalé par MM. Hollande et Renevier, puis dans les Alpes Bernoises. Ces couches présentent toujours les mêmes formes de Nummulites :

Num. perforata, Lam. type.
Num. aturica. Joly et Leym [1],
Num. Lucasana, Defrance,
Orthophragmina, de grande taille.
des **Oursins** et des moules de **Gastropodes**.

ces couches sont nettement en transgression sur les dépôts sous-jacents.

MM. Munier Chalmas et de Lapparent [2], ainsi que M. E. Haug, rapportent ces couches au Lutétien supérieur (e^3, du service de la Carte géologique de France).

2° Au-dessus, on trouve soit du flysch : calcaires schistoïdes à écailles de poissons. C'est un faciès du flysch des géologues suisses beaucoup plus calcaire que celui que nous trouverons à la partie supérieure de la formation. On trouve fréquemment, soit intercalées au milieu de ces assises (Montagne du Charbon), soit directement sur le conglomérat de base (Entrevernes, Châtelard), des couches saumâtres : marnes noires et calcaires noirs à Cérithes, dont les formes caractéristiques sont :

[1] Les Nummulites des Bauges ont été étudiées par de la Harpe *(loc. cit.*, 1879), en particulier celles du Châtelard ; la grande forme avait été rapportée par lui à une variété de la *N. perforata*, qu'il avait désignée sous le nom de *N. perforata, var Baugensis* et dont il signalait les affinités avec la *N. Brongniarti* de Ronca et avec la *N. lœvigata* du Bassin de Paris. L'existence de granulations sur sa surface et sur les filets, une forme déprimée et un bord tranchant étaient ses caractères distinctifs. Conservant quelques doutes sur la détermination de de la Harpe, j'ai envoyé mes échantillons à M. Ficheur d'Alger, qui a bien voulu me les déterminer ; il a constaté que c'était une des nombreuses variétés de la *Num. aturica*, si reconnaissable à ses *filets cloisonnés subréticulés* (groupe de la *N. Lœvigata)*. Cette forme caractérise en Algérie la base du Lutétien ; la *N. perforata* caractériserait le Bartonien. Je me propose d'ailleurs, dans un travail en préparation, de revenir sur les déterminations qui ont été faites des Nummulites de la Savoie et des Alpes occidentales.

[2] De Lapparent et Munier-Chalmas, Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires *(B. S. G. de France*, 3e série, t. XXI, p. 438).

[3] E. Haug, *loc. cit.*, *Bull.* n° 47, p. 26.

Cerithium plicatum, Brug.
Cerith. Diaboli, Brongt.
Cytherea Villanovae, Desh.
Cyrena Convexa, Brongt. sp.
Cyrena alpina, d'Orb. sp.
Cardium granulosum, Lmk, etc.

Immédiatement au-dessus, et en relations intimes avec ce niveau saumâtre, se trouve un lit de *calcaires roux à Polypiers et à Natices (Natica vapincana)* avec la plupart des formes précédentes; il constitue un premier niveau à Natices des Bauges. (Arclosan, vallée des Déserts, vallée d'Entrevernes). Au-dessus de ces couches, lorsqu'elles existent, ou bien intercalées dans le flysch calcaire et pouvant même reposer sur le conglomérat de base, se trouvent des couches de calcaires gréseux généralement jaunâtres, constituant le second niveau à Nummulites des Bauges : ce sont les couches que j'ai désignées sous le nom de *couches à petites Nummilites*[1]. Les formes de Nummulites qui y ont été signalées, sont les suivantes :

Numm. striata, d'Orb.
Numm. Ramondi, Defr.
Numm. Variolaria, Sow.
Numm. Guettardi, d'Arch.
Numm. Boucheri, de la Harpe.

J'ai signalé en outre, dans ces couches, un certain nombre de formes de *Pecten* et de *Cardium* peu caractéristiques au point de vue de l'âge; on trouve en effet des formes de l'Eocène *(P. operus)*, des formes signalées à Etampes *(P. Pictus)*. Ces couches représentent, pour les auteurs que j'ai cités plus haut, le *Priabonien*. C'est souvent par cet ensemble ou seulement par l'un de ces termes (flysch calcaire, couches saumâtres, grès à petites Nummulites) que débute le système Nummulitique dans les Alpes calcaires de la Savoie.

3° Flysch supérieur aux calcaires Nummulitiques. C'est le niveau le plus connu du Nummulitique de la Savoie; c'est ce qui correspond très exactement au flysch des différents auteurs qui se sont occupés de cette région, ou au Macigno alpin de A. Favre. Il pré-

[1] Dans la note que M. Lugeon et moi avons publiée sur le tertiaire des Bauges, nous avons insisté sur ce fait que ces couches de calcaire gréseux à petites Nummulites, ainsi que les couches saumâtres, ne constituaient que des faciès latéraux du Flysch calcaire pouvant exister ou non suivant les points et occupant un niveau un peu variable.

sente parfois, surtout à la base, des bancs de calcaire feuilleté ou à cassure esquilleuse (Voirons, Planpalais, Aillon) de couleur bleue, blanchâtre à la surface, contenant des restes de Poissons, de nombreuses écailles, comme les couches inférieures (ce faciès rappelle beaucoup celui des schistes à *Meletta* du Bassin de Vienne) et des fucoïdes identiques à ceux que l'on rencontre plus bas; je citerai parmi les formes les plus communes :

Chondrites Targioni, A. Brgt.
Chondrites intricatus, A. Brgt.
Chondrites furcatus, A. Brgt.

de nombreux débris de plantes charbonnées, quelques empreintes de coquilles et des traces méandréiformes d'annélides.

Les couches gréseuses prédominent le plus souvent, se chargeant de mica, à mesure qu'on s'élève dans la série, tout en restant toujours plus ou moins schisteuses [1]. Un faciès latéral de ces assises est représenté par les couches désignées sous le nom de Grès à *Cardita Laurae*, *Nystia Duchasteli*, du Plateau des Déserts qui sont déjà nettement Tongriennes. Ces couches présentent déjà à la base, dans la zone de flysch des Voirons, des intercalations de poudingues polygéniques bien développées, surtout dans les couches supérieures plus gréseuses.

4° Grès gris bleuâtre avec quelques intercalations marneuses (fausse molasse de M. Hollande) que j'ai désignés sous le nom de *Grès supérieurs* ou *Grès à Nucules*, rappelant les nombreux moules d'un petit bivalve *(Cyrène, Nucule)* que l'on trouve en abondance dans ces grès. Ils contiennent, en outre, de nombrenx débris de plantes, quelquefois en assez grande quantité pour former de petits lits ligniteux. Ces grès d'origine saumâtre, qui terminent la série Nummulitique en Savoie, sont de la fin du Tongrien ; ils sont bien développés dans la région occidentale des Bauges (Aillon, les Déserts). On les retrouve également dans la

[1] Les synclinaux du Charlon et d'Entrevernes offrent de magnifiques exemples de cette transformation ; les écailles de poissons existent encore dans ces couches supérieures.

zone occidentale du flysch, vers les Barattes, à Annecy-le-Vieux, dans les Voirons et sans doute aussi dans les couches supérieures du val d'Illiez. Partout, ils passent insensiblement aux couches inférieures de l'Aquitanien. J'ai déjà insisté sur ce fait qu'ils n'existent que dans la région occidentale (géosynclinal Nummulitique), par suite du soulèvement progressif E.-W. qui s'est manifesté dans toute cette région.

Age de ces différents dépôts. — Comme l'a fait remarquer avec raison M. Haug, d'après les travaux de Tournouer sur les couches Nummulitiques des Basses-Alpes, l'assimilation des couches à *Cérithes* des Alpes avec celles de la Granella dans le Vicentin et des couches à petites Nummulites striées ou à *Natica vapincana* représentant l'ensemble du Priabonien, c'est-à-dire avec l'Éocène supérieur, n'est plus douteuse [1]. Les couches de Flysch qui sont associées à ces dépôts ou qui leur sont supérieures appartiennent à l'Éocène supérieur ou Tongrien. Cette détermination est d'ailleurs nettement confirmée par la présence des couches Tongriennes du plateau des Déserts, et c'est avec raison qu'on les a notées e^3 m'' sur les feuilles géologiques de Thonon et d'Annecy.

Quant aux couches inférieures, par lesquelles débute le Nummulitique, dans le Massif des Bauges (couches à *N. perforata*, *N. aturica* et *N. Lucasana*), leur âge précis est encore à déterminer. La *Num. perforata* typique et la forme à grande loge, *N. Lucasana*, qui l'accompagne dans presque tous ses gisements, sont caractéristiques du Lutétien supérieur; cependant en Hongrie et en Dalmatie, cette forme se continue jusque dans le Bartonien. La *Num. aturica* caractérise, en Algérie, surtout la partie inférieure et moyenne de l'Éocène moyen. La continuité parfaite qui

[1] Le *faciès* saumâtre à Cérithes peut d'ailleurs exister à un niveau quelconque du Priabonien, dépendant de la configuration du fond du géosynclinal Nummulitique. Il peut par conséquent exister soit en dessous des calcaires de *Num striata*, comme c'est le cas en général, soit en dessus comme cela arrive à Saint-Bonnet et ne caractérise pas toujours l'extrême base du Priabonien. C'est aussi l'opinion de M. P. Lory, sur les couches à Nummulites du Dévoluy et des régions voisines. (*B. S. G. de France*, 3ᵉ série, t. XXIV, p. 18.)

existe entre les différentes couches Nummulitiques des Bauges, me porte à considérer ces termes inférieurs comme représentant la partie supérieure de l'Éocène moyen, c'est-à-dire le Bartonien du Bassin de Paris. La classification des terrains Nummulitiques des Bauges serait donc, d'après cela, la suivante :

Bartonien :	Conglomérat et calcaire à **Num. perforata, N. aturica, N. Lucasana** (couches à grandes Nummulites, 1er niveau à Nummulites).
Priabonien :	Flysch calcaire, calcaire schistoïde à écailles de poissons avec intercalations de : *a)* Couches saumâtres à **Cerithium Diaboli, Cyrena convexa, Cytheria Villanovae.** *b)* Calcaire à polypiers et à **Natica vapincana.** *c)* Calcaire et grès à petites Nummulites striées, avec **N. striata, N. variolaria, N. Boucheri, N. Guettardi** et des Pectens (2e niveau à Nummulites [1]).
Tongrien :	Flysch gréseux à écailles de poissons et fucoïdes avec niveau calcaire à **Natica aff. crassatina** des Déserts [2] et Poudingues des Voirons.
Tongr. sup. ou *Aquit. inf.* :	Grès supérieurs (fausse molasse), et à petits Lamellibranches *(Cyrènes et Nucules)*, passant à :
Aquitan. :	Molasses gréseuses avec lits marneux bariolés de la vallée des Aillons, des Déserts et de la base des Voirons.

La partie supérieure de ces grès pouvant d'ailleurs déjà appartenir, dans le Plateau des Bornes, comme je l'ai indiqué plus haut, au Miocène inférieur.

Région du Genevois. — La succession précédente se retrouve en un certain nombre de points, au Nord du lac d'Annecy. Les couches inférieures du Nummulitique n'ont été signalées que dans un petit nombre de localités; la coupe du chalet de l'Essex,

[1] En général, ces calcaires et grès à petites Nummulites font rarement défaut et c'est souvent par ces couches que débute le Nummulitique.

[2] L'âge exact de ces grès du Flysch y est évidemment impossible à déterminer. Il commence certainement dès le Priabonien et se continue très haut, jusque dans les grès supérieurs; c'est-à-dire pendant presque tout le Tongrien.

près du Désert de Platé nous donne une succession identique à celle des Bauges ; on a de bas en haut :

1° Gault, reposant sur l'Urgonien.
2° Calcaires sénoniens.
3° Poudingue calcaire, 15 mètres *(couches à grandes Nummulites)*.
4° Calcaire schisteux à *Orbitolites sella*, 15 mètres (d'après A. Favre).
5° Calcaire noir, marneux à *Cerithes*, 20 mètres.
6° Calcaire blanc à *N. Ramondi.*
7° Calcaire noir schisteux *(Flysch calcaire)*, 100 mètres.
8° Macigno alpin, Flysch gréseux (avec Grès de Taveyannaz.

La couche saumâtre à *Cerithium Diaboli* est connue au contraire dans un grand nombre de points; la série Nummulitique débute en effet souvent par ces assises qui présentent presque partout un niveau charbonneux. C'est elle qui constitue le niveau à lignites de Pernant (commune d'Arrâches). Sur la Craie, on a directement la couche à charbon, surmontée par des couches calcaires à petites Nummulites, puis des grès du Flysch, avec intercalation de grès de Taveyanna. Le niveau inférieur a fourni les formes suivantes :

Corbula striata, Lam.
Cytherea Villanovae, Desh.
Cyth. incrassata, Sow.
Cyrena convexa, Heb. et Ren.
Cyrena Studeri, Desh.
Pecten tripartitus, Desh.
Natica vapincana, Brgt.(**N. augustata** Grat des auteurs).
N. Studeri, Desh.
Fusus subcarinatus, Lam.
Fusus polygonatus, Brgt.
Chemnitzia lactea, Brug.
Cerithium plicatum, Brug.
Cerith. elegans, Desh.
Cerith. Castellini, Brong.
Cerith. conulus, Brug.
Murex sp.
Venus sp.

Cette assise existe également au Petit Bornand, accompagnée de calcaires noirs ou grès fétides ; au col de Teine surmontée par des couches de calcaire et de grès à *Num. Ramondi* et *N. striata*, au chalet du crêt de Léba, près de Thorens. Cette couche existe également dans tout le désert de Platé (chalet de l'Essex, à la Tête à l'âne). Cette zone présente partout la même composition et la même série de formes caractéristiques. La collection de A. Favre,

actuellement au musée de Genève, renferme une série assez nombreuse d'échantillons recueillis au Désert de Platé. Grâce à l'obligeance de M. Bedot, directeur du musée d'Histoire naturelle de Genève, j'ai pu étudier ces échantillons et j'y ai reconnu :

Natica vapincana d'Orbigny (présentant beaucoup d'affinités avec la **N. augustata** Grateloup, avec laquelle d'ailleurs elle a été souvent confonduee (commune).

Natica aff. **Picteti** Heb. et Ren., échantillons en assez mauvais état, mais parfaitement reconnaissables (rare).

Natica Studeri, Queenstedt (**N. Parisiensis** Desh.) (commune).

Cerithinm plicatum, Brug. **var. alpina** (très commune), complètement identique aux échantillons de Barrême.

Cerithium hexagonum, Lam. (rare).

Cerithium trochleare var. conjunctum, Desh. (assez rare).

Cerithium Weinkauffi, Tournouer, extrêmement abondante ; c'est de beaucoup la forme la plus commune.

Cerithium Vulcani, Brgt. (rare).

Cerithiun trochleare var. **Diaboli**, Brgt. (commun).

Pleurotoma dentata, Lam. (très rare).

Fusus unicarinatus, Desh. (très rare).

Fusus subcarinatus, Grateloup (**Polygonatus** Brgt.).

Turitella aff. **Imbricataria**, Lam. 1 échantillon de grande taille assez usé, mais cependant bien caractéristique. Présente également quelques affinités aux **T. strangulata** de Gaas.

Pecten aff. **multistriatus**, Desh. (1 échantillon).

Cardium granulosum, Lmk. (très commun).

Cytherea Villanovae, Lmk. (assez commun).

Cytherea aff. **trigonella** (moules internes d'assez grande taille).

Cytherea aff. **incrassata**, Desh. (1 échantillon).

Cyrena aff. **alpina**, Heb. et Ren. (1 échantillon).

Coralliophaga alpina, Heb. et Ren. (La charnière caractéristique est bien visible sur un certain nombre d'échantillons).

Ostrea cyathula, Lamk. (même variété qu'à Barrême assez fortement plissée).

Cidaridé.

Débris de petits **Spongiaires** et **Orbitolites** sp. [1]

[1] La coupe générale du Désert de Platé, où les couches Tertiaires sont sensiblement horizontales, est la suivante :

1° Conglomérat à cailloux calcaires de Sénonien et Gault (Tête à l'âne Pte de Platé) ;

2° Schistes gréseux brun foncé, noirs, où l'on recueille les fossiles que je viens de-

Au-dessus de ces couches saumâtres du niveau de la Granella, on rencontre partout les calcaires plus ou moins gréseux à petites Nummulites. Ces calcaires, comme je l'ai indiqué plus haut, forment souvent la base de la série Nummulitique. En dehors des formes que j'ai citées dans les Bauges, je signalerai encore l'*Echinantus scutella* Brg (fossile du Vicentin) qui accompagne le *Pecten pictus* Goldf, à Thônes. Dans le Flysch qui vient au-dessus, on peut distinguer un niveau inférieur, plus calcaire et un niveau supérieur gréseux, dont certains bancs ont l'aspect de vraies Molasses Aquitaniennes ou Miocènes.

Ce Flysch existe parfois seul sans intercalations de calcaires ou de schistes à Nummulites (plis entre Saint-Pierre et Entremont, synclinal de Serraval) et reposent en transgression très nette sur les terrains secondaires (Sénonien, Gault, Urgonien, Jurassique supérieur).

C'est dans le massif du Genevois que l'on voit apparaître, intercalée dans le Flysch, la formation connue sous le nom de grès de Taveyannaz. Dans les points où je l'ai examinée (Serraval, Désert de Platé) je l'ai trouvée, intercalée à tous les niveaux du Flysch : sur le calcaire Nummulitique (Châtillon) ou à la base de la formation (lac de Gers, Arâches) et avec tous les passages latéraux aux grès typiques du Flysch[1]. L'origine éruptive de ces formations est aujourd'hui généralement admise. Les éléments qui composent le grès de Taveyannaz sont nettement roulés ; dans les parties un peu plus grossières, qui passent à un véritable *conglomérat* (poudingue à éléments roulés), on reconnaît facilement dans les roches du grès de Taveyannaz des Andésites et des Labradorites et des élé-

citer. Ces fossiles sont tous de couleur noire et légérement écrasés;

3° Calcaires gris noir sans fossiles;

4° Calcaires feuilletés à petites Nummulites (*N. Ramondi*);

5° Schistes gréseux à fucoïdes (Flysch), de plus de 200 mètres d'épaisseur, avec intercalations de grès de Taveyannaz, qui, beaucoup plus résistants que le reste des couches, forment en général tous les sommets (arête orientale, Pte de Platé, Pte d Pecoule).

[1] M. Renevier (*Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises*, p. 428) a également constaté l'alternance des grès de Taveyannaz avec les schistes feuilletés du Flysch : M. de Mortillet (*Géologie et Minéralogie de la Savoie*, p. 259), signale aussi l'existence de ces grès de Taveyannaz au-dessus du calcaire Nummulitique, à la base du Flysch.

ments de roches plus anciennes (granites, pegmatites quelques micaschistes et amphibolites). MM. L. Duparc et E. Ritter[1], dans une publication récente sur cette formation très répandue dans le Flysch qui alterne souvent avec ce dernier auquel elle passe latéralement d'une manière insensible, et présente des faciès rappelant ceux de certains grès et quartzites du Flysch, ont montré que :

1° Ces grès se trouvaient à tous les niveaux du Flysch ;

2° En ce qui concerne l'origine des matériaux de ces grès, ils ne peuvent provenir de volcans situés à proximité des grès en question qui n'en seraient que les tufs : les roches éruptives signalées dans ces couches sont, ou postérieures (massif de Chaillol[2], ou bien, comme dans les Karpathes (Boikowitz, Banow et Hrosen-Kau[3]), se rapportent à des andésites et des labradorites accompagnées de tufs éruptifs et tout différents des grès de Taveyannaz. Ils ont une origine lointaine, comme le prouve la présence d'éléments bien roulés amenés par des courants dans le géosynclinal Nummulitique et ne peuvent guère provenir comme les galets des poudingues des Voirons que de la région du Vicentin ou des parties avoisinantes dans les Alpes méridionales.

Ces auteurs assimilent complètement ces dépôts au grès moucheté du sud du Pelvoux, équivalent latéral du grès d'Annot, du Midi de la France. J'ai constaté, dans un certain nombre des coupes microscopiques de MM. Duparc et Ritter, l'existence de Foraminifères et même de Nummulites très nettes dans le ciment calcaire ou gréseux qui réunit les éléments des poudingues.

On retrouve ces dépôts avec sensiblement les mêmes caractères dans le massif de la Dent du Midi et de la Dent de Morcles, ainsi

[1] L. Duparc et E. Ritter, Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec les formations du Flysch (*Arch. sc. Phys. et Natur. de Genève*, 3e période, t. XXXIII, 1895. Voir p. 5 pour la bibliographie antérieure à ces auteurs.)

[2] P. Lory et P. Termier, Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes). (*C. R. de la Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XXIII, n° 10, 1895.)

[3] Carl Paul, Die Karpathensandsteine der mährisbh-ungarisch Grenzgebirge (*Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt*, XL, Bd. 1890.)

que dans la zone des Hautes-Alpes calcaires Vaudoises. Le massif des Diablerets, qui a été étudié d'une façon si précise par M. E. Renevier, nous présente la série à peu près complète depuis l'Éocène inférieur représenté par les sables blancs sidérolithiques et minerais de fer, surmonté par les calcaires d'eau douce de l'Éocène moyen à *Strophostoma* et *Planorbis pseudoammonius*. Ce serait au-dessus que se trouverait le conglomérat calcaire à grandes Nummulites que M. Renevier place, je crois, beaucoup trop bas. La classification adoptée par M. Renevier impliquerait des mouvements bien compliqués de la région pour expliquer cette arrivée de la mer suivie d'un nouveau départ à l'Éocène moyen. On retrouve ensuite la série Nummulitique des Bauges :

1° Couches saumâtres à *Cérithes* avec la faune classique[1] constituant le niveau des Diablerets et qui se retrouve accompagnée d'une couche de lignites comme dans la Suisse orientale, au Titlis à la limite des cantons de Berne et d'Unterwald ; sur les hauteurs de Beatenberg et d'Habkern au nord du lac de Thoune, au Mittaghorn près de Frütigen, etc.;

2° Calcaire à petites Nummulites (129 espèces fossiles dont *Natica vapincana*, de nombreuses formes de Nummulites *N. striata N. contorta*, *N. Murchisoni*, *N. Fichteli*, *N. intermedia*, *N. Tournoueri*, *N. Boucheri* et *Operculina aimmonea* avec de nombreuses formes d'*Orbitoïdes ;*

3° Schistes feuilletés alternant avec des grès fins (Macigno alpin) et les grès de Taveyannaz, surtout sur le bord septentrional du massif des Diablerets.

En avant du massif des Hautes Alpes calcaires se trouve la région des Préalpes où les dépôts Nummulitiques sont également bien développés. J'ai déjà décrit un peu plus haut la zone externe de Flysch ou des Voirons. Plus à l'Est il existe encore d'autres zones indiquées par MM. E. Favre et Schardt : de l'Est à l'Ouest on a :

[1] La *Natica crassatina*, qui avait été citée à ce niveau par MM. Hébert et Renevier, comme ce dernier me l'a fait remarquer, n'existe pas, les formes sont beaucoup plus voisines de la *Natica vapincana*.

1° Zone des Ormonts-Niesen où le Flysch débute toujours par le même horizon marneux-calcaire sur lequel se trouve un puissant ensemble de grès et de brèches à éléments assez fins que surmontent les schistes du Flysch gréseux supérieurs *(Bandschiefer)*. L'étude pétrographique des éléments de la brèche polygénique des Ormonts ou du Niesen a mis en évidence des faits fort importants : cette brèche est surtout développée à la base du Flysch, c'est-à-dire dans des couches correspondant à ce que j'ai appelé le Flysch calcaire dans les Bauges. Cette brèche est donc, par conséquent d'âge plus ancien que la brèche des Voirons; les éléments cristallins proviennent tous d'un massif cristallophylien et granitique appartenant à la zone du Mont-Blanc, situé sans doute entre la Dent du Midi et le massif de l'Aar, recouvert depuis par les plissements. Des courants venus du Sud (comme le montre l'accumulation des blocs les plus volumineux dans la partie méridionale de cette zone) amenaient dans la mer de l'Éocène supérieur, les matériaux arrachés à cette chaîne. A la fin de cette période, avant le dépôt des couches supérieures du Flysch, le mouvement qui a rejeté la mer plus à l'Ouest a permis également aux roches de la région de Lugano, alors évidemment beaucoup plus fortement soulevée que le reste de la chaîne, d'arriver jusque dans la zone externe du Flysch ou des Voirons ;

2° Zone des conglomérats de la Mocausa (Rodomont-Hunsrück et Simmenthal) où l'on a une succession analogue à celle des Ormonts avec intercalation de conglomérats calcaires formant un ou deux bancs plus ou moins puissants, bien visibles au-dessous du château d'Oex. Les éléments de ces conglomérats sont des calcaires Jurassiques (Malm) Néocomiens et Crétacés (couches rouges) avec quelques éléments de quartz. Ces éléments proviennent des chaînes calcaires de la région dont le relief était plus ou moins accentué dès la période Nummulitique.

Dans toutes les Préalpes on ne connaît pas de vrais calcaires à Nummulites. On connaît cependant des restes de Nummulites dans la brèche de la région des Ormonts à Ensex : *N. Lucasana*. Defr. *N. Guettardi*, *N. Tschihatchefi*, *N. Complanata* au sommet du

Meilleret *(N. Variolaria, N. Boucheri*[1]*)*. M. E. Haug[2] en se basant sur cette absence de calcaire à Nummulites, en conclut que la mer Priabonienne devait passer derrière les Préalpes qui avaient déjà, pour ainsi dire, leur individualité propre à cette époque. La présence des formes précédentes, ainsi que la *continuité des faciès des dépôts Tertiaires* des Préalpes et des Hautes-Alpes montrent que la mer Priabonienne devait occuper au moins la région orientale des Préalpes (zone des Ormonts–Niesen et même peut-être le Simmenthal).

Comme l'a montré M. Renevier[3], l'envahissement de la mer Nummulitique, venant de l'Est, a été progressif aux Diablerets; les couches deviennent de plus en plus saumâtres à mesure que l'on s'élève dans la série. La mer qui déposait les couches inférieures à grandes Nummulites s'étendait à l'Est et au Sud sur tout ce massif des Hautes-Alpes calcaires, des Alpes calcaires de Savoie, jusqu'au parallèle de Chambéry, dans les Bauges. Elle devait, sans doute, à l'époque suivante (Priabonienne) rejoindre en passant *derrière le massif de la Chartreuse* les dépôts plus méridionaux. La limite orientale est bien indiquée par les conglomérats de rivage; la limite occidentale est fort mal connue : le géosynclinal Nummulitique a été, en effet, soumis à des mouvements E.-W. qui l'ont rejeté de plus en plus à l'Ouest : les dépôts les plus anciens sont toujours les plus orientaux et les dépôts sont nettement en transgression vers l'Ouest quand les plissements postérieurs ne les ont pas dérangés. L'envahissement de cette mer a été précédé par les dépôts saumâtres contenant la faune dite des Diablerets. Cette mer a déposé les calcaires à petites Nummulites et les couches du Flysch calcaire avec les intercalations de Brèche polygénique d'origine peu éloignée des Ormonts-Niesen. Un mouvement plus prononcé l'a rejeté encore plus à l'Ouest (la zone des

[1] L'existence de ces restes de foraminifères nous montre bien en même temps l'âge Priabonien de ces couches inférieures du Flysch.

[2] E. Haug, *loc. cit.*, p. 18, 1894.

[3] E. Renevier, Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets (*Bull. Soc. vaud. sc. Natur.*, XXVII, p. 41, 1891.)

Voirons est envahie) en même temps qu'une partie des Alpes méridionales atteint une altitude considérable.

La présence à différents niveaux dans le Flysch, de poudingues et de conglomérats bréchoïdes, toujours d'origine plus ou moins éloignée, a depuis longtemps préoccupé les géologues qui se sont occupés de ces terrains. La présence d'une chaîne cristalline en profondeur (chaîne Vindélicienne) donne lieu à un si grand nombre d'objections qu'elle n'est plus admise par la plupart des géologues.

L'hypothèse d'un lambeau de recouvrement venant du Sud soutenue par M. SCHARDT, et plus récemment par M. LUGEON[1] paraît également peu probable, tant par la difficulté d'amorcer ce pli couché que par la continuité bien nette des plis et des faciès dans les points ou les Préalpes passent aux Hautes-Alpes. L'étude stratigraphique de la zone de soudure tertiaire des Préalpes s'accorde mal, comme je l'ai montré plus haut, avec cette hypothèse d'un recouvrement : ces diverses objections ont amené M. HAUG à considérer les Préalpes comme un immense pli en éventail composé. La présence des roches exotiques du Flysch devient alors très difficile à expliquer autrement que par un transport par les glaciers. M. RENEVIER[2], en faisant remarquer que M. SCHARDT a constaté sur certains blocs de la brèche d'Aigremont des faces planes et comme usées par le frottement, qui rappellent les surfaces polies par les glaciers, admet également cette hypothèse des glaciers : « Sans y être absolument contraire, dit-il, je n'avais pas, jusqu'ici, adopté cette théorie ; mais elle s'impose maintenant à moi, comme la seule explication rationnelle de ces deux faits patents: l'abondance des blocs anguleux et cristallins d'une part et l'absence de faune malacologique littorale d'autre part. »

Dépôts marins du Nord du Jura. — En dehors du synclinal subalpin, on ne connaît guère, dans le reste de la région que j'ai étudiée, de dépôts pouvant se rapporter, d'une façon certaine, soit à l'Éocène supérieur, soit à l'Oligocène, si ce n'est dans le Nord

[1] LUGEON, La région de la brèche du Chalbais. *Bul. Carte Géolog. de la France,* n° 49, 1896.

[2] E. RENEVIER, *Alpes Vaudoises*, p. 458.

du Jura et dans la Basse Alsace dont l'étude offre, au point de vue des terrains Tertiaires en particulier, un intérêt tout spécial par suite de la présence de dépôts marins du Tongrien.

Dans la Basse Alsace et le Jura septentrional, les dépôts de l'Éocène moyen sont franchement d'eau douce comme le calcaire de Buxwiller à *Planorbis pseudoammonius P. Chertieri* et *Lophiodon* ou celui de Hobel (Jura), c'est le niveau qui correspond tout à fait au niveau d'eau douce des Diablerets. C'est, au contraire, à l'Éocène supérieur, qu'il faut rapporter la plus grande partie des calcaires à *Melania Laurae.* A cette époque, la cuvette, qui plus tard devait être envahie par les dépôts marins du Tongrien, était déjà indiquée, et l'on voit se former, contemporains des gypses de Montmartre, les gypses de Zimmersheim, de Bambach, Hattstadt et de Wasenwiler, tandis que, plus au Sud, se sont formés les dépôts sidérolithiques du Jura-Bernois (terres jaunes ou Raitche de M. Greppin). La présence de Mammifères Éocènes rencontrés à Moutier, Egerkingen, Obergösgen et au Mormont, ne suffit pas pour donner le même âge à tous les dépôts Sidérolithiques qui ont dû commencer à se former au moment de l'émersion de la région à la fin du Crétacé et se continuer, au moins en certains points restés émergés, pendant la plus grande partie du Tertiaire[1]; dans le Jura français, M. Kilian[2] a montré qu'ils étaient surmontés par des couches de calcaire à *Melania Escheri* et *Planorbis rotundatus.*

Avec l'Oligocène, il se produit une grande invasion marine et la Mer du Nord pénètre dans cette région (dans la vallée du Rhin, en Alsace et en Suisse). Les premiers dépôts sont les marnes à *Cyrènes* du duché de Bade auxquelles sont superposés dans la région du Rhin des sables marins et des marnes à *Pectunculus obovatus Panopæa Heberti, Ostrea cyathula, Fusus elongatus* des environs de Bâle; la limite du golfe alsatique est bien marquée par les con-

[1] Signalons en passant qu'il existe en outre dans cette région des sables vitrifiables blancs d'âge différent et plus ancien, car ils sont pénétrés par le lobus et la mine de fer et ont souvent été remaniés dans certaines nappes du sidérolithique (voir L. Rollier, Jura central (*Matériaux pour la Carte géologique suisse*, liv. VIII, 1° suppl., 1893).

[2] Kilian, Terrains Tert. du département du Doubs (*B. S. G. de France*, 3e série. t. XII, p. 629, 1884).

glomérats littoraux qui, aux environs de Montbéliard et de Belfort, recouvrent les dépôts de minerai de fer et que l'on peut suivre dans toute la région, le long des Vosges et de la Forêt Noire, dans le duché de Bade et dans le Jura Bernois sur tout le pourtour du golfe alsatique. Ce n'était d'ailleurs qu'un golfe de la Mer du Nord ne s'étendant guère au delà de Bâle et de Délémont (cours de la Birse et Dornach-Brück). Il n'y avait aucunement communication avec la mer du bassin Anglo-Parisien comme l'a montré M. Kilian. Il n'y avait pas non plus communication de ce bras de mer au Sud avec la mer Nummulitique du géosynclinal subalpin. On ne connaît en effet aucune trace de dépôts Tongriens dans la Plaine Suisse. L'examen des faunes suffit d'ailleurs à montrer que ces dépôts marins se sont formés d'une manière tout à fait indépendante les uns des autres. La Plaine Suisse et le Jura devaient former un continent relativement peu élevé où la mer pouvait pénétrer plus ou moins loin. C'est ainsi que se rattache à ce golfe alsatique les dépôts saumâtres avec *Potamides* signalés depuis longtemps plus au Sud à Coligny, dans l'Ain, et d'âge un peu plus récent.

Dans le Doubs, au-dessus de ces assises marines de base dont nous venons de parler, on trouve encore des schistes à poissons correspondant aux *Septarienthon* du bassin de Mayence et l'ensemble des bancs du système de Bourogne de M. Kilian à *Cyrena convexa*, *Cyrena donacina*, *Cytherea splendida*, *Corbicula Faujasi*, *Mytilus Faujasi*, *Hydrobia Dubuissonni*, *Cerithium plicatum var. enodosa*, *var. Galeotti* avec des couches de calcaire lacustre intercalées à *Helix (Coryda) girondica*. Ces couches saumâtres et lacustres se retrouvent dans le Jura Bernois, dans le val de Délémont, constituant ce que M. Rollier appelle la Molasse alsacienne[1]. La série Tongrienne se termine par le calcaire lacustre de Moutier, de Délémont, indiquant un comblement du Bassin alsa-

[1] D'après cet auteur, la limite du golfe alsatique se suivrait dans le Jura Bernois depuis les Vosges par Bressaucourt, Fregiecourt, Montfaucon les Brenets à l'Ouest et à l'Est depuis la Forêt Noire jusqu'à Aesch vers le Sud. L'absence de gompholite entre ces deux cordons latéraux entraîne cet auteur à admettre la communication au Sud avec un golfe helvétique; j'ai déjà dit plus haut que la Plaine Suisse, au moins la partie septentrionale et occidentale, était émergée au Tongrien.

tique à la fin du Tongrien. Le territoire est de nouveau émergé et ne sera plus recouvert par les eaux marines qu'à l'époque du Miocène : les eaux venues du Sud et de l'Est ne dépasseront guère au Nord le val de Délémont.

COMPARAISON DES DÉPOTS NUMMULITIQUES DE LA SAVOIE AVEC LES DÉPOTS PLUS MÉRIDIONAUX

D'après ce qui précède, il n'existait aucune relation entre le bras de mer où se formaient les dépôts Nummulitiques de la Savoie et celui de la plaine d'Alsace; il nous faut donc chercher vers le Sud et toujours dans la région alpine les relations avec la mer qui existait dans la région méditerranéenne proprement dite.

Lorsque l'on se dirige vers le Nord et dans les Alpes Orientales, on peut suivre d'une manière continue les dépôts Nummulitiques et constater l'existence de dépôts de plus en plus anciens à mesure que l'on s'avance vers l'Est, montrant que la transgression marine s'est produite dans cette région, depuis le Bassin de Vienne jusqu'en Savoie, progressivement de l'Est à l'Ouest.

Les relations avec les dépôts Nummulitiques existant dans les Alpes Françaises au Sud des Bauges sont beaucoup moins nettes. Il existe, en effet, une lacune assez grande entre les dépôts Nummulitiques les plus méridionaux des Bauges (Plateau des Déserts) et les dépôts Nummulitiques les plus septentrionaux de la Maurienne et de la Tarentaise.

Le dépôt fossilifère le plus rapproché est celui de Montricher où Pillet a, le premier, signalé en 1859 des Nummulites. Les terrains Tertiaires débutent par un conglomérat analogue à celui des aiguilles d'Arve de Ch. Lory et reposant sur le Lias. Il est surmonté par une puissante formation de grès alternant avec de nombreuses masses de schistes ardoisiers. Les fossiles se trouvent dans les couches inférieures du terrain nummulitique. On a cité de cette localité :

Nummulites complanata, Lam.
Nummulites Dufrenoyi d'Arch.
Num. Ramondi, Def.
Orbitoïdes submedia d'Arch.
Ostrea aff. gigantea, Brgt.
Conoclypeus anachoreta, Ag.

et en outre comme formes douteuses :

N. perforata. Lam. **N. variolaria.** Sow.

Ch. Lory *(Dauphiné*, p. 548) identifie ces couches aux assises inférieures du terrain Nummulitique de Thônes (calcaire gréseux à *N. striata*).

Ces couches, au delà de la vallée de l'Arc, se poursuivent d'une façon très nette par Saint-Julien-en-Maurienne, Montdenis, vallon des Perrières jusqu'à l'Est de Saint Jean-de-Belleville sensiblement alignées Nord-Sud formant un synclinal plus ou moins accidenté. Au delà, les couches schisteuses et gréseuses disparaissent presque complètement et les assises Nummulitiques ne sont plus représentées, d'après MM. Kilian et Révil[1], que par la Brèche polygénique de Tarentaise, considérée autrefois comme Triasique par Ch. Lory. Elle se prolonge au delà de Moutiers en passant derrière le Quermoz où le synclinal Tertiaire primitif s'accidente de plusieurs anticlinaux secondaires Triasiques et forme une suite de synclinaux très rapprochés et se relayant entre eux, et se poursuit ensuite jusque vers le col du Bonhomme vers les Chapieux. Elle ne paraît pas s'étendre beaucoup au delà de la frontière italienne[2]. Cette brèche qui, comme dans le massif des aiguilles d'Arve, forme le sommet de la plupart des crêtes, renferme des fragments de schistes cristallins, des quartzites et dolomies et des calcaires du Trias et du Lias, du grès houiller. Elle rappelle, d'après MM. Kilian et Révil, les brèches de Châtillon près Taninges et du Habkern ; ces auteurs auraient une tendance à relier ces dépôts aux couches Nummulitiques les plus orientales des Alpes calcaires de Savoie (Aravis, Désert de Platé).

Au Sud de Montricher, ces dépôts se suivent dans le synclinal des Aiguilles d'Arve jusqu'au Lautaret. Au delà ils se rattachent d'une façon très nette aux dépôts Nummulitiques de la région de

[1] W. Kilian et J. Révil, Une excursion géologique en Tarentaise *(Bull. de la Soc. d'Hist. Natur. de Savoie*, t. VII, p. 28, 1893).

[2] J'ai suivi cette brèche dans les courses que j'ai faites dans cette région par la Pietra Menta, l'Est de la vallée de Roselend jusqu'à un peu au delà des Chapieux.

Saint-Bonnet par le col de l'Echauda à l'Est du massif du Pelvoux et avec la région Nummulitique de l'Embrunais. Cette région comprend une immense série de grès alternant avec des schistes argilo-calcaires. La coupe de la montagne des Combes près de Saint-Bonnet donnée par Ch. Lory est identique à celle du Charbon ou d'Entrevernes. On a en effet reposant sur les schistes à *Posidonies* de l'Oxfordien :

1° Conglomérat à galets énormes arrondis (Gneiss de Chaillol-le-Vieil) formé de calcaires Jurassiques et Crétacés et de silex de la Craie du Dévoluy ;

2° Couches argileuses noires, schisteuses, peu consistantes, avec *Cérithes*, *Natices;*

3° Grès à ciment argilo-calcaire avec *Cyrena convexa*, *Cardium granulosum* et avec trois petites veines de charbons (couches saumâtres) ;

4° Grès plus dur, moins charbonneux, avec petites Nummulites ;

5° Calcaire à Nummulites, compact, d'un gris foncé associé à des Polypiers ;

6° Couches argilo-calcaires schisteuses, bleuâtres, gris noir (Flysch calcaire des Bauges);

7° Grès moucheté (Flysch gréseux et grès de Taveyannaz).

C'est identiquement la coupe du Tertiaire de la Savoie et le conglomérat de base doit correspondre aussi très probablement aux couches à grandes Nummulites des Bauges. Déjà MM. Hebert et Renevier *(loc. cit.)* avaient mis en évidence l'identité des dépôts saumâtres de Saint-Bonnet et plus au Sud, de Faudon, avec ceux des Diablerets d'une part, et ceux de Pernant et d'Entrevernes d'autre part. La stratigraphie vient confirmer de la façon la plus nette cette affirmation.

M. P. Lory[1] a montré que dans le massif de Chaillol, la composition du Nummulitique restait sensiblement la même ; les couches saumâtres, qui ne sont qu'un facies, n'existant qu'en un petit

[1] P. Lory, Observations sur la coexistence dans le massif de Chaillol de dislocations appartenant à deux périodes distinctes *(R. S. G. de France*, 3e série, t. XXII, p. 162, 1894).

nombre de points (montagne de la Cavale et de Soleil Biou). Partout le Nummulitique débute par un conglomérat local (ou un remaniement des couches sous-jacentes si elles sont faciles à désagréger) en discordance angulaire sur les terrains plus anciens jusqu'au Jurassique moyen. Cette invasion marine a été précédée dans cette région, sur le bord du massif du Pelvoux, des plissements anté-Nummulitiques ayant fait émerger ce massif[1].

Dans toute la région de l'Embrunais, le Nummulitique est constitué par un massif énorme de grès gris ou roussâtres (quelquefois colorés de noir par des matières charbonneuses), alternant avec des schistes argilo-calcaires (Flysch calcaire) et des schistes ardoisiers, présentant à la partie supérieure ces calcaires désignés sous le nom de calcaires à *Myrianites*.

Au Nord du massif de l'Embrunais, vers Freyssinières et l'Argentières, on peut relever une coupe fort intéressante, montrant la superposition directe des terrains Tertiaires Nummulitiques aux terrains cristallins. La transgression Nummulitique est ici bien manifeste, et l'on a la succession suivante de bas en haut :

1° Conglomérat cristallin et calcaire (essentiellement local).

2° Calcaire à petites Nummulites.

3° Grès quartzeux alternant avec des couches de schistes ardoisiers.

4° Grès d'aspects très variés avec nombreuses empreintes végétales.

A l'Ouest de la région que nous venons d'étudier, formant le prolongement vers le Nord du géosynclinal Nummulitique subalpin, les dépôts Nummulitiques de la région du Dévoluy présentent également, comme dans la région occidentale des Bauges, un passage insensible des grès Nummulitiques supérieurs aux couches marneuses bariolées, aux poudingues et aux couches de grès Molassiques franchement Aquitaniens (Coupe de Saint-Didier-en-Dévoluy). Il en est de même à Montmaur, où l'on voit superposés

[1] L'existence dans le poudingue Nummulitique de la base des aiguilles d'Arve, de cailloux cristallins venant des massifs de Belledonne et du Pelvoux implique en effet l'émersion plus ou moins complète de ces massifs à l'époque Nummulitique.

à des grès verdâtres contenant des Nummulites et correspondant aux couches à petites Nummulites de la Savoie, des poudingues calcaires passant à la partie supérieure à des couches de marnes bariolées et des poudingues nettement Aquitaniens.

Les dépôts Nummulitiques précédents se continuent plus au Sud par les dépôts Tertiaires marins des Basses-Alpes dont l'étude complète résulte des travaux de GARNIER et de TOURNOUER. Ils forment une bande presque continue allant de Champsaur jusque dans le Bassin du Var. Les dépôts Nummulitiques qui, dans la région avoisinant le Pelvoux, sont en transgression sur tous les terrains antérieurs à l'Oxfordien, sur lequel ils reposent dans la région de l'Embrunais, à mesure que l'on s'avance vers le Sud, reposent sur des terrains de plus en plus récents : dans l'Ubaye, c'est sur l'Aptien. Plus au Sud, le conglomérat de base du Nummulitique, à partir du Pic de l'Aiguillette, repose sur des terrains encore plus récents.

Les dépôts Nummulitiques, surtout développés à l'Est des chaînes subalpines situées entre Gap et Digne ne dépassent pas à l'Ouest Faucon Gigors. Ils se sont déposés dans un bassin où, comme dans les Bauges, la sédimentation a été très irrégulière ; grâce aux travaux de GARNIER et de TOURNOUER, l'on peut cependant y constater une série aussi complète. Le faciès est encore plus franchement méditerranéen qu'en Savoie, ce qui s'explique d'ailleurs facilement par la situation plus méridionale des dépôts et la communication plus facile avec la région méditerranéene. Aussi, la comparaison avec les dépôts méridionaux, comme ceux du Vicentin ou des environs de Biarritz est-elle beaucoup plus facile. Ainsi que l'a montré TOURNOUER, la série débute à Branchaï Allons par un poudingue à cailloux fortement impressionnés, mais qui sont d'origine fluviatile[1]. Les couches supérieures du Nummulitique sont surtout développées dans la vallée de l'Asse (Barrême, Clumane, Tartonne). Ces couches Nummulitiques reposent ici soit sur la craie à *Micraster*, soit sur l'Aptien à *Bel. semicanaliculatus*.

[1] Dans une course faite avec M. P. LORY, dans la région de Branchaï, nous avons constaté en effet la présence au milieu de ces poudingues de niveaux marneux saumâtres passant aux couches à *Cérithes* et *Natica vapincana*.

Lorsque l'on se dirige vers l'extrémité méridionale de la chaîne alpine, dans les environs de Nice[1], on rencontre des assises nouvelles du Nummulitique, plus anciennes que toutes celles que nous avons rencontrées jusqu'ici dans la chaîne des Alpes. La série Nummulitique comprend en effet de bas en haut :

1° Calcaires à *Numm. perforata*, Montf., *N. Lucasana*, Defr. du col de Braus, de l'Escarène, de la Palaréa, du cap de la Mortola et de Monte Bellinda, qui correspondent à l'horizon supérieur de Ronca, Ensiedeln, Peyrehorade, ayant fourni de nombreux restes d'animaux étudiés par L. Bellardi[2].

2° A la Mortola, couches à grandes Assilines *A. exponens* et des schistes à *Orbitoïdes Fortisi Operculina ammoena*, *Nummulites Biarritzensis*, et à la Palarea, avec *Rotularia spirulace.*

3° Les couches Nummulitiques de Vence, de Biot, et d'Antibes, qui présentent en outre *N. striata*, sont au niveau des couches de Priabona ou des falaises de Biarritz; ce seraient l'équivalent des couches de calcaire et de grès à petites Nummulites de la Savoie. Le niveau inférieur synchronique (correspondant aux couches supérieures de la Mortala) correspondrait à un niveau intermédiaire entre les couches à *N. perforata* typ. et celles à *N. striata*, franchement Priaboniennes, niveau qui serait caractérisé ici, comme dans toute la région Méditerranéenne, par la présence des Assilines[3] *(A. exponens)*.

4° Puissant ensemble de marnes, argiles et grès à empreintes végétales *(Chondrites)* correspondant au Flysch et pouvant s'étendre depuis la partie supérieure de l'Eocène jusqu'à un niveau assez élevé du Tongrien, comme dans le reste des Alpes Occidentales.

Le parallélisme des différentes assises Nummulitiques que l'on rencontre dans les Alpes Occidentales, depuis le massif des Dia-

[1] Tournouer, Terrains tertiaires des environs de Fréjus et de Nice *(Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. V, p. 341, 1877).

[2] L. Bellardi, *Catalogue raisonné des fossiles Nummulitiques du Comté de Nice*, 1852.

[3] P. de la Harpe, Note sur les Nummulites des environs de Nice et de Menton *(Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. V, p. 817, 1877).

blerets jusqu'au comté de Nice, peut donc se résumer dans le tableau suivant (pages 94-95).

RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION PENDANT LA PÉRIODE NUMMULITIQUE

L'histoire géologique de la période Nummulitique depuis le commencement de l'ère Tertiaire jusqu'au Tongrien supérieur peut donc se résumer de la façon suivante :

Pendant toute la durée des temps Secondaires, l'axe du géosynclinal subalpin a été beaucoup plus rapproché de la région alpine que des bords du Plateau Central, comme M. Haug [1] l'a montré par l'étude des différents faciès des dépôts Secondaires dans les Alpes Occidentales. Il occupait à peu près l'emplacement qui sera plus tard celui du géosynclinal Nummulitique. Au Crétacé, on peut faire également, comme l'a proposé M. Fallot[2], une distinction très nette entre la province alpine à l'Est, qui va devenir sensiblement la région Nummulitique, et la province Rhodanienne à l'Ouest, qui constitue l'ébauche de la vallée actuelle du Rhône.

Vers la fin du Secondaire, des mouvements importants se produisent dans la région alpine : mouvements anté-Sénoniens constatés par M. P. Lory dans le Dévoluy, et dont j'ai montré également l'existence dans la région du Génevois[3], et surtout les mouvements anténummulitiques ayant eu pour effet de chasser les eaux marines loin de la dépression Rhodanienne et alpine. Au commencement de l'ère Tertiaire, la Plaine Suisse, le Jura, la région alpine et la région Rhodanienne étaient émergés et soumis à des érosions, à des actions de ruissellement et de lavages des terrains sous-jacents ayant donné naissance à des sables et argiles bariolés dont j'ai montré l'existence dans le Dauphiné (Voreppe), la Savoie

[1] E. Haug, les chaînes subalpines entre Gap et Digne (*Bull. de la Carte géol. de France*, nº 21, 1891). Voir article de M. Depéret sur le bassin du Rhône (*Annales de géographie*, juillet 1895).

[2] E. Fallot, Etude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France (*Ann. sc. géol.*, t. XVIII, art. nº 1, 1875).

[3] La transgres-ion du Sénonien est également très nette dans la région des Préalpes

ÉTAGES	SAVOIE	MONTRICHER	CHAILLOL-SAINT-BONNET	FAUDON
Aquitanien.	Molasse à *H. Ramondi* (grès et marnes de couleur variable de Leschaux).	Manque.	Manque.	Manque.
Tongrien.	Fausse Molasse à petits bivalves.	Grès, marnes, schistes ardoisiers passant latéralement à la Brèche de la Tarentaise. (Conglomérat polygénique des Aiguilles d'Arves.)	Grès supérieurs passant aux grès mouchetés [1].	Grès supérieu[rs] passant aux g[rès] mouchetés.
	Flysch gréseux avec intercalation d'un niveau à *Nystia Hydrobia* du Désert.			
	Flysch calcaire (calcaire schistoïde à écailles de poissons pouvant exister dès la base). e^3m'''		Schistes argilo-calcaires, bleuâtres sans fossiles.	
Priabonien (Eocène sup.)	Calcaires et grès à petites Nummulites.	Calcaires gréseux et quartzeux à *N. conplanata* *N. striata.* *N. Ramondi.* (Conglomérat polygénique des Aiguilles d'Arves.)	Grès et calcaires compacts à petites Nummulites et Polypiers.	Couches saum[â]tres à *Cérith[es]* et *Natices.*
	Couches saumâtres à *Cérithes* *N. Vapincana.* (Zone des Diablerets).		Couches à *Cérithes et à N. Vapincana* de Saint-Bonnet.	Calcaire grés[eux] se désagrége[ant] avec *N. conto[rtus]* *N. striata.*
Bartonien (Calc. grossier supérieur).	Conglomérats et calcaires de base à *N. aturica*, *N. Lucasana.* (Couches à grandes Nummulites)	?	Grès et conglomérats inférieurs.	?
Lutétien moyen.				

[1] Le facies des grès mouchetés peut d'ailleurs, comme en Savoie le grès de Taveyan[naz] ... mouchetés aux grès d'Annot constaté par M. Haug. Les grès d'Annot peuvent d'ailleurs re[...]

DÉVOLUY …AINT-DIDIER	BRANCHAÏ-ALLONS	BARRÊME CLUMANE	NICE
	Manque.	Argiles, calcaires marneux à *Bithynia Dubuissonni Helix Ramondi*, *Planorbis cornu.*	Manque.
…durs, gris ou verdâtres avec marnes bigarrées verdâtres passant à des assises de Molasse calcaire Aquitanienne. ——— …) Grès micacé schisteux. …) Grès quartzeux.	Manque.	Argiles et calcaires siliceux lacustres, poudingues. *d)* argiles à *Lucines* et à Teredo Tournali. *c)* Couches à *Natica cassalina* de Barrême *b)* Poudingues. *a)* Grès blancs à *Melania decussata.*	Flysch de la Mortola à *Chondrites.*
	Grès d'Annot[1], calcaires et schistes argilo-calc. à *Myrianites.* Marnes argileuses à *Orb. submedia Operculina ammonea Serpul spiraelua.*	Schistes gréseux de l'Asse et calcaires à *Myrianites.*	
…ou calcaires, gris …é très compacts; …enant quelques bivalves peu déterminables …*n, O. gigantica.*	Calcaires durs à Nummulites et calcaires marneux d'Allons.	*d)* Marnes argileuses sans fossiles de Barrême. *c)* Marnes à *Nummulites* et à *Tornatelles* de Clumane. *b)* Calcaires à *Tornatelles* et à *Nummulites* de Clumane. *a)* Glauconie de Tartonne.	Couches à *Num. Biaritzensis, N. striata, serpula spirulea.* (Vence, Diot, Antibes, Font de Jarieu).
…omérats avec silex de la craie et des …es Nummulites.	Calcaires marneux à *Cardium granulosum* et Polypiers. Schistes avec charbon. Marnes à *Cérithes* et *N. Vapincana* de Branchaï.	Manque.	Couches d'Escragnolles à *Natica Vapincana.*
	Poudingues et argiles à la base d'origine lacustre (Le faciès saumâtre s'introduit peu à peu).	Manque.	Couches à *Num. exponens orbitoïdes Fortisi.*
			Calc à *N. perforata, N. Lucasana.* (Col. de Braus, etc.)

…encer avec des couches plus anciennes ; c'est ce qui explique le passage latéral des grès …une partie des couches Tongriennes proprement dites.

(Bauges, Salève), le Jura méridional (Bellegarde), et jusque dans la région des hautes chaînes calcaires Vaudoises, aux Diablerets. Dans quelques-unes de ces localités, et surtout dans la partie méridionale de la vallée du Rhône, à l'Éocène moyen, des lacs se forment et déposent les calcaires d'eau douce à *Planorbis pseudoammonius*, pendant que dans d'autres points les formations sidérolithiques continuaient à se former (poches à ossements de mammifères de Lissieu près Lyon, Egerkingen).

Pendant toute cette période, la mer n'existait au Sud que dans le Vicentin et bien au loin du rivage actuel de la Méditerranée : c'est la période qui correspond à la formation des dépôts du Lutétien inf. à *Num. lævigata* et *planulata*. Dans le Nord des Alpes orientales, la mer ne dépassait pas Einsiedeln.

A la fin du Lutétien, une première transgression marine se manifeste dans la région alpine ; la mer forme, en effet, aux environs de Nice, un petit golfe où se déposent les couches inférieures du Nummulitique (calcaire à *Num. perforata* et *N. Lucasana*), qui correspondraient aux couches de San Giovanni Ilarione.

Avec le Bartonien, la transgression marine s'accentue : c'est ainsi que la mer venue de l'Est, qui envahissait progressivement les dépôts de l'Éocène moyen aux Diablerets, y dépose à cette époque, comme en Savoie, les conglomérats et les calcaires que j'ai désignés sous le nom de couches à grandes Nummulites[1] (*N. perforata*, *N. Lucasana*, *N. aturica*). La mer qui envahissait la Savoie venait du Nord et s'avançait déjà jusqu'au Sud de la vallée des Aillons, c'est-à-dire à peu près au parallèle de Chambéry. Dans la région méridionale, la transgression marine paraît avoir été assez faible.

C'est au Priabonien que la transgression marine, due à la fois à une mer venant du Sud (de la région de Nice) et à une mer venant du Nord, atteint son maximum. Cette transgression marine se

[1] Ces couches ont pu se former dès le Lutétien supérieur, on sait en effet combien est difficile, même dans le Bassin de Paris, la séparation précise des assises du Lutétien supérieur et du Bartonien (voir Haug, *loc. cit.*, 1895, p. 29), et ces couches pouvaient correspondre à une partie des assises inférieures de Nice.

manifeste en un certain nombre de points par des dépôts saumâtres où l'on trouve les *Cérithes*, *Cyrènes*, *Cythérées*, qui constituent la faune dite des Diablerets, à Pernant, au Grand-Bornand, Entrevernes, Arclozan en Savoie, à Saint-Bonnet, à Faudon, à la Granella, l'identité des formes recueillies dans ces différentes localités a été bien mise en évidence par tous les auteurs qui se sont occupés de ces dépôts. En d'autres points, les dépôts Nummulitiques sont des calcaires, des grès de couleur assez variable, suivant les localités, constituant le calcaire à Nummulites des auteurs. Il est caractérisé par *N. striata*, *N. variolaria*, *N. Ramond*, *N. Boucheri*, *N. Guettardi*: ces formes se retrouvent pour ainsi dire partout, ainsi qu'à Priabona. Les Nummulites appartiennent surtout au groupe des Nummulites striées et vers la partie supérieure des Nummulites réticulées et granulées [1]. C'est au-dessus de ces assises que commence, en général, l'ensemble des couches gréso-marneuses qui constitue le faciès Flysch des Alpes occidentales [2]. J'ai montré qu'en Savoie on pouvait y distinguer deux niveaux : un niveau inférieur plus calcaire (Flysch calcaire) pouvant en certains points (Bauges) commencer dès les couches inférieures à grandes Nummulites, et un niveau supérieur plus gréseux (Flysch gréseux).

L'identité complète des faunes des couches à Cérithes, dans les Alpes occidentales, à laquelle je faisais allusion un peu plus haut, ainsi que celle des calcaires ou des grès à petites Nummulites, la proximité des formations Nummulitiques des Bauges et du Genevois et des poudingues polygéniques récemment mise en évidence par MM. Kilian et Revil m'engagent à admettre une communication directe entre les dépôts de la Savoie et ceux situés plus au Sud d'une façon certaine à l'époque Priabonienne. A ce moment, il existait dans la région subalpine un bras de mer dont le centre correspondait à peu près au thalweg du géosynclinal jurassique ou à la *région alpine* des dépôts Crétacés, sensiblement parallèle à la

[1] Voir la note récente de M. P. Lory, sur les couches à Nummulites du Dévoluy et des régions voisines (*C. R. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXIV, p. 18, 1896.)

[2] Ce *facies* peut naturellement commencer à des niveaux plus ou moins élevés, variables suivant les localités avec les conditions de dépôt des assises.

direction générale de la chaîne alpine s'étendant depuis les environs de Nice et de Fréjus, sur le littoral méditerranéen, jusqu'aux régions Nummulitiques des Alpes orientales et des Carpathes et dont les limites, dans les Alpes occidentales, sont les suivantes :

A l'Est, par le col de Tende rejoignant les dépôts de l'Italie méridionale, puis formant un détroit de largeur assez faible à l'Est du Mercantour émergé à cette époque, par Demonte, les monts Niebius et Giordano, par le col de Larche ou de la Madeleine (à ce niveau, les dépôts Nummulitiques atteignent leur maximum d'extension Est-Ouest), à l'Est de Larche, de Meyronnes, Saint-Paul, Vars, à Guillestre, puis au Nord de Saint-Clément par Plan de Phasy Freyssinières, à l'Ouest d'Argentière, Vallouisse, où le synclinal se resserre beaucoup pour se diriger sensiblement N.-S. en passant derrière le massif du Pelvoux, à l'Est de Briançon, le Monnetier, Montricher, près Saint-Jean-de-Maurienne, et de là former un golfe étroit passant à l'Est du massif de Belledonne, du massif du Mont Blanc, vers le Quermoz et le col du Bonhomme. Y avait-il communication de ce golfe, comme le voudraient MM. Kilian et Révil, avec la mer Nummulitique de la Savoie et par où se faisait cette communication, c'est ce qu'il est difficile de dire dans l'état actuel de nos connaissances, vu l'absence complète de dépôts intermédiaires. La présence dans ces dépôts Nummulitiques de cailloux cristallins, originaires du massif du Pelvoux et de Belledonne, tendrait à prouver que ces massifs étaient complètement émergés à cette époque ; ces dépôts Nummulitiques se formaient dans un golfe ne s'étendant pas beaucoup au delà des Chappieux.

A l'Ouest, le rivage de la mer Nummulitique se constate aisément avec les dépôts Éocènes de la région occidentale et sur le territoire de la France par Antibes, Vences et, à partir de là, il s'incline fortement à l'Ouest par Saint-Vallier, Castellane, Blieux, Barrême, la vallée supérieure de l'Asse de Clumane, à l'Est du Cheval-Blanc, de la Tête des Brouisses, Seynes, Le Lauzet, Savines, où la limite s'incline de nouveau à l'Ouest pour former le golfe ou détroit du Dévoluy s'étendant à l'Est jusqu'au Pelvoux par Orcières, Saint-Bonnet en Dévoluy. Les dépôts Nummulitiques cessent au Nord de

cette dernière localité, vers Lus-la-Croix-Haute, et on n'en a signalé aucune trace plus au Nord, le long du massif de Belledonne. Cette région occidentale des dépôts Nummulitiques présente des phénomènes analogues à ceux que nous avons constatés dans les Bauges : déplacement progressif vers l'Ouest et passage insensible aux dépôts Aquitaniens. Le prolongement au Nord de ces dépôts est encore inconnu. Si l'on considère que les plis des Bauges se continuent entre Belledonne et les plis jurassiens qui constituent la Chartreuse et le Vercors, on est porté à admettre qu'un bras de mer, rétréci beaucoup par les plissements postérieurs, réunissait ces dépôts par derrière le massif de la Chartreuse, en empiétant plus ou moins sur les terrains cristallins du massif de Belledonne[1].

A partir des Bauges, la limite orientale du géosynclinal Nummulitique coïncide sensiblement avec la limite des massifs du Génevois, de la Dent-du-Midi, des Diablerets et des Alpes des Quatre-Cantons.

La limite occidentale est beaucoup moins précise. Si, dans les Bauges proprement dites, les dépôts Nummulitiques ne dépassent pas l'anticlinal du Nivolet-Revard-Semnoz, plus au Nord, dans la région de la plaine d'Annecy et sur le bord des Préalpes, ils s'enfoncent sous les terrains plus récents Aquitaniens et Miocènes et aucun affleurement ne permet de limiter à l'Ouest les rivages de la mer Nummulitique qui s'est peu à peu déplacée de l'Est à l'Ouest.

Au moment du dépôt des couches inférieures (couches à grandes Nummulites), la mer Nummulitique ne recouvrait que la région des hautes chaînes calcaires du pays de Vaud (Diablerets, Dent-de-Morcles), le massif de la Dent-du-Midi, le faisceau du Génevois jusqu'au sud de la vallée des Aillons. Elle ne semble pas avoir pénétré dans la zone des Préalpes. Celle-ci, en effet, comme l'a montré M. Haug, paraît avoir été particulièrement affectée par les

[1] Comme M. Kilian me le faisait remarquer, les communications marines devaient sensiblement se faire au même endroit que celles de l'époque Néocomienne dont l'histoire est très analogue.

mouvements anté-Nummulitiques et a présenté, dès cette époque, un relief suffisant pour que la transgression Nummulitique se propageant de l'Est à l'Ouest ne l'ait atteinte qu'à l'époque de l'Éocène supérieur (Priabonien) : les dépôts du Flysch calcaire sont en effet surtout développés dans les deux zones les plus orientales de cette région (zones des Ormonts-Niesen et de la Mocausa). Les couches du Flysch gréseux n'existent que dans la région du Simmenthal et dans la zone externe du Flysch (zone des Voirons, Berra et Habkern).

Dans toutes les Alpes occidentales, l'on voit s'intercaler, dans le Flysch, des couches particulières dont les matériaux témoignent à la fois, des relations intimes avec les régions déjà émergées des Alpes, et de l'existence de phénomènes glaciaires. Ceux-ci ont, dès l'Éocène supérieur ou la base du Tongrien, joué un rôle important dans la région alpine. C'est ainsi que l'on voit s'intercaler au milieu du Flysch calcaire, les conglomérats bréchoïdes polygéniques de la zone des Ormonts-Niesen qui proviennent nettement d'un prolongement du massif du Mont-Blanc, aujourd'hui recouvert. Dans les couches un peu supérieures la formation connue sous le nom de grès de Taveyannaz, dans le faisceau du Genevois et dans les Hautes-Alpes calcaires ; de grès mouchetés ou grès d'Annot, au sud du massif du Pelvoux ont la même signification. C'est aussi à cette époque que se forment la brèche polygénique de Tarentaise équivalent latéral des couches Nummulitiques de Montricher, en Maurienne. Si l'origine de ces formations, au sud du Pelvoux, comme l'ont récemment admis MM. P. Lory et Termier [1], doit se rapporter à des roches éruptives locales, pour la Savoie, les travaux de A. Favre et plus récemment de MM. Duparc et Ritter, sur les grès de Taveyannaz, ont montré qu'il fallait chercher leur origine dans les massifs éruptifs des Alpes méridionales, dans la région de Lugano et du Vicentin. Il en est de même pour les conglomérats polygéniques qui existent dans toute la

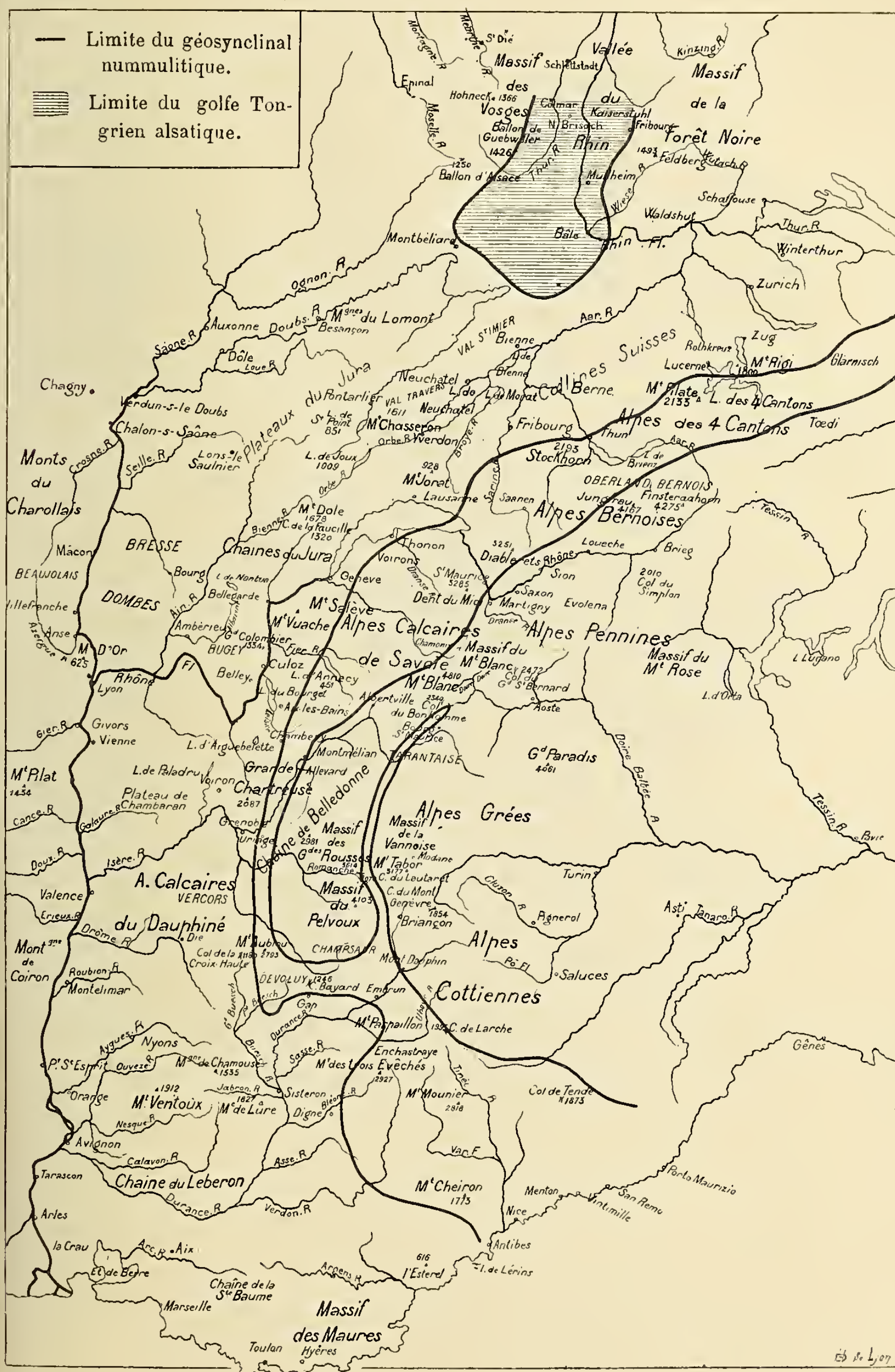
[1] P. Lory et Termier, Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes) (*C. R. Soc. géol. de France*, 3e série, XXIII, no 10).

zone externe du Flysch (zone des Voirons), d'après les observations de M. Sarrasin. Les mouvements qui, dans cette région, ont peu à peu rejeté, la mer vers l'Ouest, ont provoqué un soulèvement dans la région méridionale des Alpes, à la fin de l'Éocène, permettant aux glaciers de s'y établir et d'amener des blocs anguleux jusque dans la Savoie; les éléments les plus fins, qui allaient constituer des grès de Taveyannaz, étaient transportés le plus loin. Ce voisinage des glaciers explique également l'absence de la faune littorale dans les dépôts d'eau peu profonde qui constituent le Flysch.

La communication qui s'est établie pendant l'Éocène supérieur entre les dépôts du Nord des Alpes occidentales et ceux du Sud du Pelvoux n'a pas tardé à se rompre, et pendant le Tongrien il existait de nouve, au comme aux débuts de la période Nummulitique, deux golfes marins dans les Alpes occidentales : celui du Sud, s'étendant jusque dans la région du Dévoluy et communiquant encore avec une mer plus méridionale, celui du Nord ne dépassant pas les Bauges et en relation avec la mer septentrionale de la région alpine. Les dépôts de calcaire à faune tongrienne *(Natica crassatina)* de la région de Barrême et du Plateau des Déserts, près de Chambéry, nous permettent de préciser l'âge des couches du Nummulitique supérieur. Dans les Alpes calcaires de Savoie, il s'est produit en effet, comme je l'ai montré dans l'étude détaillée des formations Nummulitiques, deux mouvements généraux ayant eu pour effet de rejeter de plus en plus la mer à la fois vers le Nord (synclinal occidental des Bauges) et vers l'Ouest; ce dernier amenait peu à peu l'axe du géosynclinal Tertiaire dans les régions subalpines les plus occidentales et même à la fin de la période Tongrienne en dehors de la chaîne alpine proprement dite (Plateau des Bornes et bordure des Préalpes). Les eaux marines en se retirant en même temps vers le Nord n'ont laissé que quelques lagunes saumâtres, où vivaient des *Potamides* et des *Cyrènes* et dont l'existence a été constatée le long du Salève, et plus au Nord dans la Plaine Suisse. Je m'en occuperai un peu plus loin dans l'étude des dépôts Aquitaniens (la Molasse rouge de Vevey, d'origine saumâtre, se rattache également à ces dépôts, ainsi que, plus

au Nord, les grès de Ralligen). J'ai montré plus haut que ce déplacement vers l'Ouest de l'axe du synclinal Tertiaire s'était également produit dans la région méridionale des Alpes occidentales.

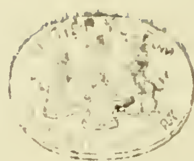
La mer Tongrienne, qui existait dans le Nord de l'Europe, a formé, au Nord de la région alpine, les golfes du Bassin de Paris et de la plaine d'Alsace : l'étude, à la fois paléontologique et stratigraphique des dépôts qui se sont formés dans ces deux régions, a montré qu'elles étaient complètement séparées l'une de l'autre, et en même temps des eaux de la Savoie à la même époque : le Jura méridional, la région orientale de la plaine Suisse (Jorat) et la vallée actuelle du Rhône étaient émergés et il ne s'y formait que des dépôts continentaux, auxquels nous pouvons rapporter une partie des dépôts sidérolithiques de la chaîne du Jura et des environs de Neuchâtel. Ce n'est que dans la partie méridionale du Bassin du Rhône que des couches infra-Tongriennes et Tongriennes de quelque importance bien étudiées par MM. Fontannes et Depéret, se sont formées dans des lagunes saumâtres ou des lacs d'eau douce, en complète discordance sur les terrains plus anciens et s'étendant jusque sur les bords de la région alpine, comme à Saint-Geniès (Basses-Alpes).


Limite du géosynclinal nummulitique.
Limite du golfe Tongrien alsatique.
Massif des Vosges
Vallée du Rhin
Massif de la Forêt Noire
Epinal
St Dié
Colmar
N. Brisach
Fribourg
Ballon de Guebwiller 1426
Ballon d'Alsace
Mulheim
Bâle
Rhin Fl.
Waldshut
Schaffouse
Winterthur
Zurich
Zug
Montbéliard
Ognon R.
Auxonne
Doubs R.
Mgnes du Lomont
Besançon
Saône R.
Dôle
Chagny
Verdun-s-le Doubs
Chalon-s-Saône
Plateaux du Jura
Pontarlier
Lons-le Saulnier
Monts du Charollais
Neuchâtel
Bienne
Berne
Collines Suisses
Lucerne
Mt Rigi
Glarnisch
Mt Pilate 2133
L. des 4 Cantons
Alpes des 4 Cantons
Tœdi
Thun
Stockhorn
Fribourg
Mt Chasseron
Yverdon
L. de Joux
Mt Jorat
Lausanne
OBERLAND BERNOIS
Alpes Bernoises
Jungfrau
Finsteraahorn
Mt Dole
Mâcon
BRESSE
BEAUJOLAIS
DOMBES
Bourg
Chaines du Jura
Thonon
Genève
Diablerets
Rhône
Sion
Brieg
Col du Simplon
Mt Salève
Mt Vuache
Alpes Calcaires de Savoie
Dent du Midi
Martigny
Evolena
Alpes Pennines
Massif du Mt Rose
Massif du Mt Blanc
Mt Blanc
Lyon
Rhône
Culoz
Belley
L. d'Annecy
Aix-les-Bains
Albertville
Col du Bonhomme
Aoste
Gd Paradis 4061
Vienne
Givors
Mt Pilat
Chambéry
Montmélian
TARANTAISE
Grande Chartreuse
Voiron
Chaine de Belledonne
Alpes Grées
Massif de la Vanoise
Grenoble
Massif des Gdes Rousses
Mt Tabor
Turin
A. Calcaires du Dauphiné
VERCORS
Valence
Massif du Pelvoux
Briançon
Pignerol
Asti
Tanaro R.
Mont Coiron
Montelimar
CHAMPSAUR
Alpes Cottiennes
Saluces
DEVOLUY
Gap
Embrun
Nyons
Orange
Mt Ventoux
Mt de Lure
Sisteron
Digne
Mt des Trois Evêchés
Col de Tende
Gênes
Avignon
Tarascon
Arles
Chaine du Leberon
Mt Cheiron
Nice
Menton
San Remo
Porto Maurizio
Antibes
la Crau
Aix
Et de Berre
Chaine de la Ste Baume
Marseille
Massif des Maures
Toulon
Hyères
l'Esterel





—— Limites des régions naturelles.
I. Vallée du Rhône et Bresse.
II. Jura.
III. Plaine suisse.
IV. Région alpine.
Massif des Vosges
Ballon d'Alsace
Vallée du Rhin
Massif de la Forêt Noire
Montbéliard
Besançon
Bâle
Waldshut
Schaffouse
Zurich
Winterthur
Zug
Lucerne
Mt Rigi
Mt Pilate
Alpes des 4 Cantons
Berne
Thun
Fribourg
Collines Suisses
Bienne
Neuchâtel
Morat
Yverdon
Mt Jorat
Lausanne
Lac Léman
Genève
Mt Salève
Chaînes du Jura
Val St Imier
Plateaux du Jura
Pontarlier
Mt Chasseron
Verdun-s-le-Doubs
Châlons-s-Saône
Chagny
Monts du Charollais
Mâcon
Beaujolais
Villefranche
Bresse
Dombes
Lyon
Givors
Vienne
Mt Pilat
Plateau de Chambaran
Grande Chartreuse
Grenoble
Chambéry
Alpes Calcaires de Savoie
Albertville
Col du Bonhomme
Tarantaise
Massif du Mt Blanc
Alpes Pennines
Massif du Mt Rose
Oberland Bernois
Alpes Bernoises
Jungfrau
Diablerets
Dent du Midi
Martigny
Sion
Col du Simplon
Aoste
G^d Paradis
Alpes Grées
Massif de la Vanoise
Massif des G^des Rousses
Chaîne de Belledonne



CHAPITRE III

TERRAINS AQUITANIENS ET MIOCÈNES

Comme je viens de le montrer dans le chapitre précédent, la mer s'était retirée de toute la région, ne laissant comme trace de son ancienne existence que quelques lagunes saumâtres où se forment les dépôts à *Cérithes* de la plaine Suisse ou du pied des Préalpes (Ocuey, Ralligen). Dans toute la région occupée aujourd'hui par les Préalpes et par les hautes chaînes calcaires de la Savoie (en exceptant pourtant le synclinal le plus occidental des Bauges Aillon-les-Désert, Leschaux), il n'existe pas de dépôts Tertiaires plus récents que le Tongrien ; toute cette région est émergée et soumise à une érosion très active ; une grande partie des matériaux des dépôts Aquitaniens et Miocènes a en effet été empruntée aux couches Tertiaires plus anciennes[1].

Dans tout le reste du territoire qui est situé à l'Ouest de la région subalpine, au contraire, c'est-à-dire dans la plaine Suisse, le Jura méridional et le Bassin du Rhône, il existe des dépôts tertiaires Aquitaniens et Miocènes. A la fin du Tongrien, dans ces

[1] Les dépôts post-Tongriens des Bauges (vallée de Leschaux) ont été étudiés plus haut ainsi que les dépôts du Plateau des Bornes dans la plaine d'Annecy; je n'aurai donc plus à m'occuper de ces régions.

deux dernières régions s'établissent des lacs plus ou moins étendus où se forment des sédiments à faciès nettement continental : dépôts lacustres proprement dits ou fluviolacustres. L'existence de débris de végétaux terrestres dans ces trois régions nous affirme aussi nettement la proximité de continents émergés.

Dans la Plaine Suisse existe, comme je l'ai montré plus haut, une vaste dépression sensiblement parallèle au bord actuel des Alpes et où les dépôts Aquitaniens sont en continuité parfaite : 1° à la partie inférieure, avec le Tongrien, tout le long des Préalpes et des chaînes subalpines des environs d'Annecy ; 2° à la partie supérieure, avec les dépôts d'abord lacustres, puis saumâtres et enfin marins du Miocène. La Plaine Suisse constitue une région bien distincte des deux autres et devra, par suite, être étudiée à part. La continuité parfaite qui existe entre les dépôts Aquitaniens et Miocènes a depuis longtemps été constatée par les géologues suisses qui réunissaient ces couches sous le nom de Miocène ou d'étage de la Molasse, l'Aquitanien des géologues français correspondant en partie à leur Miocène inférieur.

Dans les synclinaux Tertiaires du Jura et dans la vallée septentrionale du Rhône, il y a, au contraire, indépendance à peu près complète entre l'Aquitanien et le Miocène[1]. Ces deux régions naturelles étaient déjà, à ces époques, plus ou moins séparées ; aussi nous faudra-t-il faire une étude détaillée des dépôts tertiaires : 1° dans la vallée septentrionale du Rhône; 2° dans le Jura méridional et central; 3° dans la Plaine Suisse.

[1] Les couches Aquitaniennes présentent cependant partout des couches marneuses rouges dans la vallée du Rhône et le Jura, plus ou moins bariolées au pied du Jura et dans la Plaine Suisse ; les géologues suisses désignent depuis longtemps, à cause de cela, les dépôts Aquitaniens sous le nom de *Molasse rouge*. M. Haug a également appliqué cette dénomination à des couches des environs de Digne, comprenant non seulement des couches Aquitaniennes mais encore des couches plus anciennes (Saint-Geniés). Le *faciès* de marnes rouges ou bariolées peut en effet se montrer à différents niveaux du Tertiaire dans des dépôts subcontinentaux ; aussi éviterai-je autant que possible d'employer ce mot pour désigner autre chose qu'un faciès.

§ 1. Vallée du Rhône.

L'Aquitanien à l'état de dépôts marins n'est connu dans toute la vallée du Rhône que dans la partie méridionale, sur une très faible portion de la côte de Provence. Dans tout le reste du Bassin, on ne connaît que des dépôts saumâtres avec *Potamides* et *Cyrènes*. Ces dépôts, qui existent dès le bassin de Marseille, sont très développés dans la vallée de la Durance, dans la région de Manosque et de Forcalquier. Au delà, cet Aquitanien saumâtre se suit dans la vallée : au pied du mont Ventoux et dans le Sud du département de la Drôme, à la Garde-Adhémar et Réauville, enfin jusque dans les plateaux d'Antichamp, au pied de la chaine de Raye ; encore plus au Nord, à la Baume d'Hostun et jusque près de Grenoble, aux environs de Poliénas : c'est là que se trouve le dépôt saumâtre le plus septentrional de l'Aquitanien.

Il n'existe plus aucun autre dépôt saumâtre au Nord de cette région ; aussi, je considère ces couches saumâtres de la vallée du Rhône comme complètement indépendantes de ceux de la plaine Suisse. Ils sont, au pied du Ventoux, en relations intimes avec les dépôts Tongriens sous-jacents, ainsi que plus au Sud. Vers l'Est, lorsqu'on s'approche des premières chaînes des Alpes (région entre Digne et Gap), on voit s'introduire dans ces dépôts un faciès torrentiel, avec des brèches formées d'éléments très variables à peine roulés, des grès rouges micacés, contenant des éléments cristallins (serpentine et quartzite), provenant des parties émergées de la chaîne des Alpes. Tous ces dépôts se rattachent intimement les uns aux autres, depuis l'infra-Tongrien (Saint-Geniès) jusqu'à l'Aquitanien tout à fait supérieur (Montmaur, dans le Dévoluy) et il devait exister, dans toute cette partie méridionale du Bassin du Rhône, un grand lac, où se déversaient de nombreux torrents, venus des Alpes. Ce lac avait conservé des relations avec le bassin marin situé plus au Sud et plus à l'Ouest, d'où la formation de dépôts saumâtres en un certain nombre de points. Il devait s'étendre jusqu'aux

environs de la Baume-d'Hostun, où M. MERMIER[1] a découvert, il y a quelques années, au confluent de la Bourne et de l'Isère, des calcaires marno-sableux, saumâtres à la base et lacustres au sommet avec *Helix Ramondi*, Brgt., *H. eurhabdota*, Font.

Au Nord de l'Isère, les premiers dépôts Aquitaniens que l'on rencontre sont ceux du plateau de l'île Crémieu, où ils m'ont été signalés par le Dr JACQUEMET. Entre Couvaloup et Montgaudet, ils sont représentés par un calcaire tuffacé à *Helix eurhabdota*, Fontannes, *Planorbis cornu*, Brgt; ces calcaires passent, à la partie inférieure à des calcaires plus compacts, avec les mêmes fossiles, et reposent sur un conglomérat calcaire rougeâtre. Les couches de calcaire lacustre se retrouvent sur la route de Soleymieu à Chanizieu. Les conglomérats sont au contraire bien développés vers Cozance et Carizieu, formés d'éléments calcaires provenant de la région (dans un de ces galets, j'ai trouvé *Peltoceras bimammatum*) pouvant atteindre une taille considérable, et d'éléments plus fins se désagrégeant facilement à l'air. Les éléments sont à peine roulés et ont dû subir un transport très faible. Ces conglomérats reposent directement sur les terrains Jurassiques.

Ce faciès détritique de l'Aquitanien se retrouve tout le long des premières chaînes du Jura et c'est à cette époque bien caractérisée par ces formations bréchiformes que je rattache la Brèche de Curis du Mont-d'Or Lyonnais. C'est une brèche calcaire reposant sur les calcaires siliceux du Ciret et identique à des brèches de la bordure du Jura, franchement Aquitaniennes, comme celles de Chazelles. JOURDAN a signalé dans cette brèche de Curis un Didelphe *(Peratherium)*. La brèche de Dardilly serait également de cette époque.

Dans la région Bressane, comme l'ont montré MM. DELAFOND et DEPÉRET[2], les calcaires et conglomérats à *Helix Ramondi*

[1] E. MERMIER, Aperçu géologique des environs de la Baume d'Hostun (Drôme). (*Annales de la Soc. Linnéenne de Lyon*, t. XXXVIII, p. 1, 1891.

[2] DELAFOND ET DEPÉRET, *Les Terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de minerai de fer*, 1893.

présentent un assez grand développement sur la bordure Ouest, où les conglomérats dominent. On les retrouve à la gare de Dijon avec *Helix Ramondi*, Brgt., *Helix Vulcani*, Tourn., *Cyclostoma (Otopoma) Divionense*, Martin sp., et avec les mêmes formes à Buay, à la Chassagne, à Romanèche, à Charentais. C'est également à l'état de bancs de poudingues et de calcaires lacustres que se présentent ces dépôts le long de la bordure du Jura à Ceyzériat, Meillonnas, Saint-Amour, Cousance, Vincelle [1]. Dans le centre du Bassin, les dépôts Aquitaniens de Pontailler sont à l'état de calcaires marneux à *Helix Ramondi ;* près de Dijon, à Brognon, on a des tufs calcaires à végétaux, étudiés autrefois par de SAPORTA et dont on retrouve un équivalent dans la colline de Châtillon et dans les tufs à végétaux, signalés récemment par M. ABEL GIRARDOT, à Grusse, près de Vincelles (Jura) [2].

Il y avait donc, à l'époque Aquitanienne, dans la région Bressane, un lac s'étendant, à l'Ouest, jusqu'au Plateau Central, à l'Est jusqu'aux premières chaînes du Jura.

On retrouve encore ces dépôts plus au Sud, le long de la bordure de la première chaîne Jurassienne (anticlinal du mont Tournier), sur le versant Ouest du mont Chaffarou à Rocheron. Ce sont des conglomérats calcaires à éléments Infracrétacés ou Jurassiques, accompagnés de marnes rouges et qui sont identiques aux conglomérats bréchoïdes et aux marnes rouges qui forment le sommet du mont Chaffarou, avec lesquels ils devaient être réunis au sommet de leur formation. Toutes ces chaînes jurassiennes, à peine indiquées à l'époque Aquitanienne, étaient recouvertes par les eaux d'un lac, s'étendant au Nord jusque dans la région de Belley, et à l'Est jusque dans la région de Chambéry. A Rocheron, ces dépôts reposent sur le Jurassique, plus au Sud, sur la bordure de ce premier anticlinal Jurassien; entre Saint-Béron et la Bridoire, les

[1] A Coligny, on a un conglomérat calcaire, associé à des calcaires à rognons siliceux où l'on trouve *Potamides Lamarcki*, *Hydrobia Dubuissonni :* j'ai rapporté ces derniers plus haut au Tongrien du Nord du Jura. Ces dépôts ont été marqués à tort comme Miocènes sur la feuille de Saint-Claude.

[2] L. A. GIRARDOT, Découverte du gisement à végétaux Tertiaires de Grussé (Jura) (*Mém. de la Soc. d'émulation du Jura*, 1886).

marnes rouges et conglomérats calcaires qui représentent l'Aquitanien reposent sur l'Hauterivien.

Après la formation de ces dépôts Aquitaniens, la mer Miocène envahit progressivement la vallée du Rhône. En Provence, entre Carry et Sausset [1], il y a continuité parfaite avec l'Aquitanien des premiers dépôts Miocènes (sables et grès molassiques à Peignes et à Huîtres, correspondant aux faluns de Saucats et Léognan, dans le Sud-Ouest). Ces dépôts du Miocène tout à fait inférieur, réprésentés par un conglomérat de gros galets siliceux à patine verte et des sables grossiers à *Scutella Paulensis*, Ag., ne dépassent pas au Nord les limites de la Drôme. Dans le Nord de la vallée du Rhône, j'ai pu suivre les couches du Langhien des géologues suisses, qui correspondent également au Miocène tout à fait inférieur jusqu'aux environs d'Aix-les-Bains, mais entre cette localité et la Drôme, il existe une vaste région où l'on ne connaît, jusqu'à présent, aucun dépôt saumâtre ou lacustre pouvant représenter cet étage.[2]

La transgression marine continue avec les couches immédiatement superposées aux assises à *Scutella Paulensis*, les marno-calcaires à *Pecten præscabriusculus*, Fontannes, et l'on peut suivre les dépôts du premier étage Méditerranéen dans toute la région orientale de la vallée actuelle, dans les synclinaux du Jura méridional et la plaine Suisse jusqu'au Bassin de Vienne.

Dans la vallée du Rhône proprement dite, le long du premier anticlinal Jurassien, la composition de l'assise par laquelle débutent les terrains Miocènes, est assez variable : tantôt, c'est un grès gris bleuâtre, à ciment calcaire, très dur, comme celui que l'on exploite, comme pierre de construction, aux environs de la Bridoire, avec des éléments fins ou grossiers ; tantôt, ces grès inférieurs deviennent marneux, s'effritent au contact de l'air et contiennent alors un grand nombre de fossiles, plus ou moins bien conservés

[1] Fontannes et Depéret, Les Terrains Tertiaires marins de la côte de Provence *(Etudes strat. période Tert.*Bassin du Rhône. fasc. IX, 1889).

[2] Il existe cependant dans le Royan un certain nombre de points où il y a continuité parfaite entre les dépôts Aquitaniens et les dépôts marins du Burdigalien, montrant que le Miocène tout à fait inférieur doit être représenté par des couches lacustres ou saumâtres, jusqu'à présent sans fossiles (Pont-de-Manne, etc.).

(Grésin, Sainte-Marie-d'Alvey, route de la Bridoire à Donnessin). Les grès durs, qui alternent souvent avec ces couches plus tendres renferment de nombreux débris de coquilles, surtout de *Pecten*[1]. Ces couches, dont l'épaisseur est très variable, sont toujours fortement redressées le long du premier anticlinal Jurassien ; elles reposent sur les terrains Crétacés (Cv.) de Champagneux à Sainte-Marie-d'Alvey, où une faille les amène au contact du Jurassique supérieur jusqu'à la Bridoire. Tout le long de la montagne de Raz elles reposent sur les terrains Néocomiens et Urgoniens. Il est à remarquer que les bancs inférieurs, situés au contact des terrains Secondaires, ne présentent aucune différence avec les bancs supérieurs ; ce qui montre que l'anticlinal ne constituait pas à cette époque, comme l'anticlinal du mont du Chat qui vient immédiatement après vers l'Est, un haut fond dans la mer Miocène. Les fossiles que l'on recueille sont les suivants[2]:

Chrysophrys helveticus, Ag. (Sainte-Marie-d'Alvey).
Lamna cuspidata, Ag.
Pecten præscabriusculus, Font., très commun partout.
Ostrea gingensis, Hœrnes.
Pecten Gentoni. Font. surtout dans les couches gréseuses.
Conus aff. canaliculatus.
Phaladomya alpina. Math.
Lucina, } à l'état de moules très nombreux.
Venus Dujardini, Desch. }
Patella sp. (Saint-Béron).
Echinolampas hemisphericus, Ag.
— **scutiformis**, Leske.
Spatangus Deydieri, Cotteau[3] (Le Mollard).
— **Delphinus**. Defr.
Psammechinus dubius. Ag.
Cidaris avenionensis, Desm., nombreuses baguettes et test dans les grès.

[1] La route de Grésin offre une coupe excellente de la base du Miocène et montre la superposition directe aux couches plus anciennes du Secondaire (Jurassique).
[2] Le nom de la localité indique que l'espèce citée n'a été trouvée que dans cette localité, les autres formes sont communes aux différents gisements fossilifères.
[3] Je donnerai dans le chapitre paléontologique la description de cette espèce de Cotteau qui n'a pas encore été figurée.

Les couches fortement redressées ne tardent pas a redevenir sensiblement horizontales très rapidement, lorsqu'on s'avance vers l'Ouest ; c'est ainsi que, déjà avant la vallée du Guiers, entre Saint-Genis d'Aoste et Pont-de-Beauvoisin toutes les couches sont horizontales. Ces couches de Molasses marno-calcaires disparaissent sous des couches plus récentes formant, à l'extérieur des chaînes Jurassiennes, une bordure presque continue. On la suit depuis la vallée du Rhône à Champagnieux par Grésin, Sainte-Marie d'Alvey, Chaille, interrompue un moment par la grande plaine alluviale de l'Isère; elle se retrouve le long des chaînes extérieures de Vercors pour rejoindre les dépôts contemporains du département de la Drôme.

Plus à l'Ouest, on ne connaît aucun dépôt marin pouvant se rapporter à cette époque et l'absence du premier étage méditerranéen le long des massifs anciens de la vallée (Chamagnieu, Crémieu, Saint-Quentin) nous empêche de donner les limites occidentales exactes de la mer Burdigalienne ; elle ne devait cependant pas dépasser beaucoup le méridien de Belley, car les sondages effectués dans la vallée du Rhône, même le plus occidental (celui de Chamagnieu), n'ont révélé, en profondeur, aucun dépôt pouvant se rapporter à cette période, alors qu'ils révélaient au contraire l'importance de l'Aquitanien dans le sous-sol de la vallée actuelle du Rhône.

Au-dessus de ces premières assises, l'on trouve, aussi bien dans la région extérieure aux chaînes Jurassiennes que dans les synclinaux internes où le second étage méditerranéen est représenté, une série puissante de couches sableuses d'abord assez consistantes à la base [1], devenant de plus en plus sableuses et friables à mesure qu'on s'élève dans la série, avec intercalations de bancs devenus gréseux, lenticulaires, qui surplombent. Ces bancs de grès de couleur gris bleuâtre, sont exploités depuis fort longtemps

[1] Vers Sainte-Marie d'Alvey, ces couches inférieures (route du col de la Crusille) sont à l'état de marnes argileuses fines micacées avec fossiles très rares rappelant tout à fait le facies des couches correspondantes de l'Etang de Berre près Istres. On y trouve *Pecten Gentoni*, Font., *Echinolampas hemisphericus*, Ag.

comme dalles (Voreppe, environs de Chambéry, vallée de Rumilly). On rencontre fréquemment quelques lits marneux intercalés, avec traces charbonneuses. Les fossiles entiers y sont excessivement rares quoique les débris de coquilles y soient fréquents. J'ai pu reconnaître presque partout *O. gingensis* Hœrn. *O. crassissima* Lam., et dans les couches supérieures bien développées dans toute la vallée du Guiers, à Pont-de-Beauvoisin (route de la Bridoire, près du hameau du Pin) :

Natica helicina, Brocch.
Pecten Gentoni, Font.
Balanus, sp.

Le *Pecten præscabriusculus* persiste dans la plus grande partie de ces couches. Dans toute la région avoisinant Pont-de-Beauvoisin ou dans la vallée d'Aiguebelette, ces couches sableuses ne contiennent comme galets que de rares cailloux de quartz roulés et de taille assez faible.

Ces couches sont bien développées dans toute la région de Pont-de-Beauvoisin, Saint-Genis-d'Aoste : le lit du Guiers depuis sa sortie de la cluse de Chaille presque jusqu'au Rhône est entièrement creusé dans ces assises dont la route qui va de Pont-de-Beauvoisin à la gare nous offre une magnifique coupe. Elles reposent en parfaite concordance de stratification sur les couches à *P. præscabriusculus* et il y a souvent passage insensible entre les différentes assises. Aussi je les considère comme formant une zone intermédiaire entre le premier et le deuxième étage Méditérranéen constituant ce que j'appellerai la zone de *Molasse sableuse* à *Ostrea gingensis* et *O. crassissima* et correspondant tout à fait aux couches analogues de la vallée moyenne du Rhône également à cheval sur ces deux divisions du Miocène moyen et du Miocène inférieur.

Ces couches ne dépassent guère à l'Ouest le Guiers. On les retrouve plus au Sud, formant, comme les couches inférieures, une bordure parallèle aux chaînes Jurassiennes.

On ne connaît pas de dépôts correspondants plus à l'Ouest dans la vallée du Rhône et la limite d'extension doit correspondre

à peuprès à celle de la Molasse à *Pecten præscasbriusculus.*

Elles disparaissent également sous les couches plus récentes avec lesquelles il y a souvent passage insensible, ce qui rend la limite exacte assez difficile à préciser ; c'est ainsi qu'à l'Est de la vallée du Guiers, entre Pont-de-Beauvoisin et les Abrets, aux Sablons, on constate, au-dessus de ces couches de Molasse sableuse, des couches de sables très friables jaunâtres alternant avec des lentilles de grès caillouteux où j'ai recueilli :

Pecten substriatus, d'Orb.
Balanus porcatus, da Costa.
Dents de **squales**.
et nombreux **Bryozoaires**.

ce sont des dépôts marins dont la faune et le faciès rappellent tout à fait les dépôts de Saint-Fons aux environs de Lyon ou le faciès des sables à *Térébratulines* et à *Pecten Gentoni* de la vallée moyenne du Rhône, qui appartiennent déjà au second étage méditerranéen (Vindobonien de M. Depéret). Dans cette région, le Miocène marin comprend en outre des dépôts sableux jaunes grisâtres avec bancs de grès lenticulaires et nombreux lits de cailloux dépôts très fossilifères à Aoste, Bas-Leyssin, Chimilin, Veyrins, Saint-Sorlin, les Avenières, Corbelin, d'une manière générale, sur toute la bordure orientale des plateaux du Bas-Dauphiné septentrional. Parmi les nombreuses espèces que j'ai recueillies à ce niveau et dont l'étude fera l'objet d'un chapitre spécial, je citerai comme particulièrement caractéristiques :

Arca Turonica, Duj.
Pecten improvisus, F. et T.
Ostrea crassissima, Lam.
Cardita Michaudi, Tourn.
Ancilla glandiformis, Lam.
Murex, Trochus, Nassa, de petites tailles, formes très nombreuses.

Ces dépôts sont synchroniques (avec peut-être cependant un caractère un peu plus ancien) des marnes de Cabrières du Sud du Bassin du Rhône.

A la partie supérieure de ces couches, apparaissent déjà terminant le Miocène moyen, des assises sableuses renfermant des fossiles terrestres ou d'eau douce comme :

Helix Delphinensis, Font.
— **Abrettensis**, Font.
Auricula Lorteti, Font.
Pisidium, nov., sp.

Le reste des dépôts Tertiaires de cette bordure orientale du Nord du Bas Dauphiné se présente comme un puissant amas de cailloutis avec lits sableux et marneux dont je m'occuperai un peu plus loin.

C'est avec ces dépôts du second étage Méditerranéen (Helvétien, Tortonien) que la mer Miocène atteint dans la vallée du Rhône, comme dans le Jura et la Plaine Suisse, son maximum d'extension. Dans la vallée du Rhône et le Jura méridional, la limite orientale de la mer du second étage Méditerranéen est sensiblement la même que celle du Miocène inférieur : je connais, en effet, en Savoie, des dépôts du Miocène moyen dans la vallée de Rumilly, vallée la plus orientale où l'on ait signalé des dépôts marins du Miocène inférieur ; mais il n'en est pas de même à l'Ouest. M. Depéret[1] a fait voir que, dans la vallée du Rhône, la limite d'extension de la Molasse sableuse suivait de très près le bord des terrains cristallins du Plateau Central ; vers Lyon, le petit massif du Mont-d'Or et ses dépendances lui servaient sensiblement de rivage au Nord. Il y a donc nettement une transgression vers l'Ouest de la mer Miocène à l'époque du Miocène moyen, transgression encore marquée par l'existence de la Molasse marine au-dessus des dépôts sidérolithiques à ossements de Vertébrés de la Grive-Saint-Alban. Les mouvements d'émersion E.-W. que nous avons déjà constatés pendant la période Nummulitique, dans la chaîne des Alpes, ont continué à se faire sentir, rejetant peu à peu vers l'Ouest, l'axe du synclinal marin, jusqu'à le faire coïncider, au Pliocène inférieur, avec la vallée actuelle du Rhône.

On retrouve des dépôts du second étage Méditerranéen dans la région occidentale de la vallée du Rhône. Ce fleuve s'est creusé son lit dans ces formations, qui constituent ce que l'on désigne sous le nom de sables de Saint-Fons. On les retrouve, en effet, non

[1] Ch. Depéret, Sur la classification et le parallélisme du système Miocène (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXI, p. 170, 1893).

seulement dans cette localité sur la rive gauche du Rhône, mais encore sur la rive droite, près d'Irigny, où ils reposent sur le granite. Ils forment, sur la rive gauche, des escarpements qui dominent à pic, d'une quarantaine de mètres, la vallée formant les collines connues sous le nom de Balmes de Saint-Fons et s'étendant au Sud jusqu'à Sérézin. Ce sont des sables fins, micacés, s'agglutinant, grâce à un ciment calcaire, postérieur au dépôt des couches, en grès plus ou moins saillants dont les formes bizarres rappellent plus ou moins grossièrement dans certains cas des Bélemnites ; en général, à la pointe se trouve un fossile (valve de Balane, débris de Pecten) qui a dû jouer un rôle dans la formation de ces concrétions. Certaines surfaces sont ondulées rappelant tout à fait ce qui se produit dans les dépôts sableux, au fond des eaux peu profondes, sous l'action du vent. Ces couches présentent des galets arrondis, très petits (les plus gros atteignent la taille d'une noisette), formés par du quartz roulé, parfois très transparent, des silex, rappelant ceux de la Craie, des calcaires et des porphyres, des débris de Bélemnites, de la Craie et de nombreuses paillettes de mica blanc [1]. Ces dépôts sont d'ailleurs franchement littoraux, car on y trouve, en outre, des lits de galets marneux, roulés qui ont été apportés dans ces eaux marines par des torrents descendant du Plateau Central français, alors complètement émergé.

Ces couches, le long des Balmes de Saint-Fons, sont restées sensiblement horizontales et se trouvent à une altitude de 200 mètres, inférieure, de près de 100 mètres, aux premiers dépôts du Miocène supérieur de la région. Les dépôts qui manquent correspondent aux sédiments marins sableux de la zone de Chimilin, à *Arca Turonica* et *Ancilla glandiformis*.

Ces couches, comme dans toute la vallée moyenne du Rhône, contiennent de nombreux fossiles, de petite taille en général ; les Brachiopodes et les Bryozoaires dominent ; les principales formes que l'on peut recueillir dans les Balmes de Saint-Fons sont les suivantes :

[1] La plupart de ces éléments proviennent du Plateau Central qui servait alors de rivage à la mer Miocène, comme on l'a vu plus haut.

Lamna cuspidata. Ag.
— **Sauvagei**, Locard.
Calianassa minor, Fisch.
Balanus tintinnabulum, Linné.
— **porcatus**, de Costa.
Tetraclita Dumortieri, Fischer.
Scalaria cristata, Grateloup.
Fissurella Chantrei, Locard.
Patella Tholloni, Michaud.
— **Rhodanica**, Locard.
Pecten substriatus, d'Orbigny.
Ostrea digitalina, Duj. (var. lamellosa).
Ostrea crassissima, **var. minor**, Locard.
Lima squamosa, Lamarck.
— **inflata**, Chemnitz.
— **Dumortieri**, Loc.
Teredo, sp. ind.
Terebratulina calathiscus, Fischer.
Argiope decollata, Chemnitz.
— **neapolitana**, Scacchi.
Portunus, sp. ind.
Cancer, sp. ind.
— **critellula**, Wood.
Thecidium mediterraneum, Risso.
Crania abnormis, Defrance.
Cidaris Munsteri, Sismonda.
Vincularia marginata, Reuss.
— **exarata**, Reuss.
Eschara varians, Reuss.
— **lamellosa**, Michelin.
Eschara, sp. ind.
Retepora cellulosa, Linné.
Porina Sedwigcki, Mil. Edw.
Idmonea sercatopsia, Reuss.
— **Schlumbergeri**, Locard.
Radiotubigera Lorteti, Locard.
Discoparsa, nov. sp.
Hornera audegavensis, Michelin.
Hornera, sp.
Ceriocava arbusculum, Reuss.

Enfin, on a trouvé dans ces sables quelques restes de Vertébrés.

Testudo antiqua, Bronn, portion du plastron
Ætobates arcuatus, Agassis (aiguillon caudal).

Ces dépôts sont très développés au Sud de la région, où ils atteignent d'après Fontannes, une épaisseur de plus de 200 mètres et correspondent alors en certains points à l'ensemble du second étage Méditerranéen. Aux environs de Lyon et dans les plateaux du Dauphiné septentrional, ils ne constituent que la partie inférieure du Miocène moyen (Helvétien s. s.). Le Miocène moyen comprend encore une centaine de mètres de sables jaunes plus grossiers, avec lits caillouteux à *Arca turonica* et *Ancilla glandiformis* *(Tortonien)*. Ils n'affleurent que beaucoup plus à l'Est, vers Aoste et Chimilin, et existent également en profondeur, sous les alluvions Quaternaires de la vallée du Rhône, où ils ont été révélés par des sondages.

L'ensemble de la faune de Saint-Fons *(Bryozoaires* et *Brachiopodes)* caractérise des dépôts se produisant sous la mer, à une profondeur d'une centaine de mètres ; le voisinage du rivage explique en même temps la présence de cailloux roulés et de formes plus littorales *(Ostracés, Pectinidés).*

La mer du second étage Méditerranéen a atteint au Nord la ville de Lyon. On trouve, en effet, dans la ville même, des dépôts marins Miocènes, mais présentant alors, tout à fait, un faciès littoral : il y avait là un rivage. Le promontoire de gneiss et de granite qui constitue le soubassement des plateaux de Fourvière et de la Croix-Rousse, coupé en cluse par la Saône, montre, à l'ancien Jardin des Plantes de Lyon, dans les tranchées des deux funiculaires de la Croix-Rousse, dans celles de la gare Saint-Paul, à Gorge-de-Loup et à la surface irrégulièrement ravinée des gneiss et mica-schistes, des sables grossiers ferrugineux et des marnes ocreuses micacées avec de nombreux fossiles marins (en général à l'état de moules) ; leur épaisseur est de 0m60 à 0m80. On peut citer de ces différentes localités les formes suivantes[1]:

Poissons. . . .	**Lamna cuspidata**, *Ag.
	— **Sauvagei**, *Loc.
	Galeocerdo, sp.
	Myliotatis, sp.
Crustacés. . .	**Portunus aff. puber.**, * Fabr.
	Callianassa minor, * Fischer.
	Balanus tintinnabulum, * L.
	— **lœvis**, Brug.
	— **porcatus**, da Costa.
	Tetraclita Dumortieri, Fisch.
	Cthamalus Revillei, Locard.

[1] Ces dépôts marins de la ville de Lyon sont connus depuis fort longtemps et ont été signalés et étudiés par MM. Jourdan, Fournet, Dumortier[1], Locard[2], Fontannes[3], Fischer, et plus récemment par MM. Delafond et Depéret[4] *(loc. cit.*, la Bresse). Je ne fais que résumer ici les travaux de ces différents auteurs afin de donner un aperçu complet des formations Tertiaires de la région que j'ai étudiée.

[1] Dumortier, Ann. soc. agricult., Lyon, 1858.
[2] Locard, Arch. Muséum de Lyon, t. II, 1879.
[3] Fontannes, Ann. soc. agricult., Lyon, 1874.
[4] Delafond et Depéret, La Bresse, *loc. cit.*

Céphalopodes. . **Belosepia**, sp.
Gastéropodes . (Surtout à l'état de moules, de **Murex**, **Fusus**, **Triton**, **Cancellaria**, **Mitra**, **Cypræa**, **Ancilla**, **Turbo**, etc.
Chrysodomus aff. Hœrnesi, Bell.
Trochus Tholloni, Mich.
— **Hœrnesi**, Mich.
— n. sp.
— **fanulum**, Gmel.
Haliotis tuberculata, L.
Fissurella græca, L.
— **Lugdunensis**, Font [1].
Patella Tholloni, * Mich. (= **Patella cœrulea**, L. var. **vacuensis**, Font. (1).
— **Tournoueri**, Font.
— **Rhodanica**, * Loc.
— **Ararica**, Font.
Lamellibranches **Ostrea digitalina**, * Dub. (non **lamellosa**, *in* Loc.).
— **crassissima**, * Lam., var. **minor**.
Anomia ephippium, L.
— **cf striata**, Brocchi.
— **cf patelliformis**, L.
Pecten substriatus, * d'Orb.
Lima squamosa, * Lam.
— **Dumortieri**, * Loc.
— **inflata**, * Chemn.
Arca barbata, L.
— **cf lactea**, L.
Lucina cf columbella, Lamk.
Cardita Michaudi, Tourn.
Pholas Dumortieri, Fisch.
Moules de **Venus**, **Tellina**, **Gastrochæcna**.
Brachiopodes . **Terebratula manticula**, Fisch.
Terebratulina calathiscus, Fisch.
Argiope decollata, Chemn.
Thecidium mediterraneum, * Risso.

Nombreuses espèces de Bryozoaires.

Echinides . . . **Cidaris Munsteri**, * Sism.

[1] Fontannes, Description des esp. nouv. ou peu connues (*Etudes Tertiaires du Bassin du Rhône*, fasc. V, 1879).

Echinides . . . **Psammechinus**, sp.
Polypiers. . . **Dendrophyllia Colonjoni.** Fisch.

A côté d'espèces tout à fait caractéristiques de la faune de Saint-Fons (ce sont celles qui ont été marquées dans la liste précédente d'un astérique), l'on rencontre un grand nombre de formes qui existent dans la partie supérieure du deuxième étage Méditerranéen, des Gastropodes nombreux, des Troques et des Turbos. Aussi admettrons-nous que, malgré leur peu d'épaisseur, ces couches doivent représenter la plus grande partie du Miocène moyen et même sans doute se continuer jusqu'au début du Miocène supérieur (Pontique)[1], comme le prouve l'existence dans un conglomérat ferrugineux analogue, vallée de la Saône (au pont du Vernay[2]; tunnel de Caluire; Gorge-de-Loup) avec les formes précédentes de la *Nassa Michaudi* Thiol. et du *Melampus Delocrei* Mich. qui caractérisent dans la région lyonnaise la base du Pontique. Il y aurait là comme à Tersanne passage insensible du niveau à *Terebratulina calathiscus* aux niveaux plus élevés déjà saumâtres.

Au Nord-Ouest de Lyon, il est beaucoup plus difficile de préciser la limite occidentale de la mer Vindobonienne; on retrouve seulement des dépôts Molassiques marins, tout le long de la bordure du Jura, jusqu'au Nord vers Coligny, sous des dépôts appartenant nettement au Miocène supérieur.

La mer du deuxième étage Méditerranéen occupait donc la plus grande partie de la vallée actuelle du Rhône et, comme je le montrerai plus loin, de la région du Jura. Elle laissait cependant certaines parties émergées, où vivaient de nombreux Vertébrés dont les restes ont été conservés. C'est en effet au début du Miocène moyen qu'il faut rapporter la période de formation des dépôts sidérolithiques de la Grive-Saint-Alban, du Mont Ceindre, au-dessus de Vieux-Collonges dans le Mont d'Or Lyonnais, les dépôts du calcaire de Préty, près Tournus, de la citadelle de Gray

[1] Le mot *Pontien* plus conforme aux règles de la nomenclature géologique est également employé.

[2] Falsan, Etud. posit. stratigraphique, tufs. de Meximieux (*Arch. Mus. de Lyon*, t. I, p. 14, 1879).

(Haute-Saône). La faune de ces gisements extrêmement riche), en particulier à la Grive-Saint-Alban, a fourni de nombreuses formes de Vertébrés, magistralement étudiées par M. Depéret [1]; en dehors de nombreuses espèces, surtout de carnivores, d'insectivores et de Lacertiens qui restent encore à étudier, les espèces suivantes ont été trouvées :

Singes	**Pliopithecus antiquus**, Lartet, race **Chantrei**, Dep.
Chiroptères . .	**Vespertilio Grivensis**, Depéret.
	Vesperugo noctuloïdes, Lartet.
	Rhinolophus Lugdunensis, Depéret (mont Ceindre.
	— **Collongensis**, Depéret (mont Ceindre).
Carnassiers . .	**Machairodus Jourdani**, Filhol.
	Œlurogale intermedia, Filhol.
	Pseudaelurus quadridentatus, Gervais.
	— **transitorius**, Depéret.
	Lutra Lorteti, Filhol.
	— **dubia**, Blainville.
	Martes Filholi, Depéret.
	— **Delphinensis**, Depéret.
	Trochictis hydrocyon, Lartet.
	Plesictis (**Haplogale mutatus**, Filhol).
	Plesictis, sp.
	Herpestes crassus, Filhol.
	Viverra aff. steinheimensis, Fraas.
	— **leptorhyncha**, Filhol.
	Progenetta incerta, Lartet, sp.
	Dinocyon Thenardi, Jourdan.
	— **Gôriachensis**, Toula (— **Lausillırdi**, Pomel).
	Amphicyon major, Blainv.
Insectivores. .	**Erinaceus sansaniensis**, Lartet.
	Galerix exilis (Blainv, **Parasorex socialis**, v. Meyer).
	Talpa telluris, Pomel.
	Dimylus paradoxus, v. Meyer.
	Sorex pusillus, v. Meyer, race **Grivensis**, Depéret.

[1] C. Depéret, La faune des Mammifères miocènes de la Grive-Saint-Alban (Isère) (*Arch. du Mus. de Lyon*, t. V, 1892). — Travaux ant. de C. Jourdan. *C. R. Acad. des Sc.* vol. LIII, p. 959 et 1099, 1861; Filhol, *Arch. Mus. de Lyon*, t. III, p. 43 et 56, 1885; E. Chantre, *Soc. anthr. de Lyon*, t. III, p. 187, 1884; C. Depéret, Vertébrés miocènes du Bassin du Rhône (*Arch. Mus. de Lyon*, t. IV. p. 64, 1887).

RONGEURS . . . **Steneofiber sansaniensis**, Lartet (Gray., citadelle).
Sciurus spermophilinus, Depéret.
Myoxus (**Eliomys**) **sansaniensis**, Lartet.
Cricetodon Rhodanicum, Depéret.
— **medium**, Lartet.
— **minus**, Lartet.
Prolagus Meyeri, Tschudi.
Lagomys (**Lagopsis**), **verus**, Hensel.

PROBOSCIDIENS. . **Mastodon angustidens**, Cuv.
Dinotherium giganteum, Kaup., race **levius**, Jourdan.

PACHYDERMES. . **Anchitherium Aurelianense**, Cuv.
Rhinoceros sansaniensis, Lartet.
— **brachypus**, Lartet.
Macrotherium grande, Lartet, race **Rhodanicum**, Depéret.
Listriodon splendens, v. Meyer.
Hyotherium Sœmmeringi, v. Meyer, race **Grivense**, Depéret.
Chœromorus pygmœus, Depéret.

RUMINANTS. . . **Pro tragocerus Chantrei**, Depéret.
Hyœmoschus Jourdani, Depéret.
Palæomeryx magnus, Lartet.
Micromeryx Flourensianus, Lartet.
Dicrocerus elegans, Lartet.

il faut citer en outre parmi les REPTILES :

CHÉLONIENS . . **Testudo aff. antiqua**, Bronn.
Emys.
Cistudo.

SAURIENS . . . **Lacerta**, taille de l'**ocellata**.

OISEAUX . . . **Anas aff. consobrina**, M.-E.
Palœortyx Edwarsi, Depéret.
Phasianus altus, A. Milne Edwards.
Phasianus, sp.
Picus Gaudryi, Depéret.

L'âge est exactement celui de l'horizon classique de Sansan (Gers) avec cependant, d'après M. DEPÉRET, un caractère un peu plus jeune, ce qui le fait tout à fait synchronique des dépôts de la Molasse d'eau douce supérieure de la Suisse orientale (Ellg. Kapfnach), du Würtemberg (Steinheim), de Bavière (Georgensmund, Ries Günsburg), etc. Le plateau de calcaire Bathonien de la Grive-Saint-Alban

n'a été recouvert par la mer qu'à la fin du Miocène moyen. Dans les dépôts marins du second étage Méditerranéen, ces restes de Mammifères si importants pour le synchronisme exact des dépôts Tertiaires sont très peu nombreux. FONTANNES[1] a cité le *Mastodon angustidens* Cuv. au sommet des couches marines à *Ostrea crassissima* des environs de Digne qui terminent le Miocène moyen et M. LEENHARDT, des couches à *Cardita Jouanneti* de Sorgues (Vaucluse); et dans la région dauphinoise en outre des dents de Squales, d'après GERVAIS [2] et van BENEDEN [3].

PHOCIDÉS . . .	**Pristiphoca.**
MYSTICÈTES . .	**Plesiocetus Gervaisi**, van Bened.
CÉTODONTES . .	**Hoplocetus crassidens**, Gerv.
	Squalodon.
	Champsodelphis acutus. G. et B.
	Schizodelphis planus, G. et B.

Associés avec des ossements de *Dinotherium giganteum*, *Listrodon splendens*, *Rhinoceros*. Toutes ces formes se rapportent encore à l'horizon mammalogique de Sansan.

Enfin, dans la région du Nord du Dauphiné, des débris de *Dinotherum*, au pont de l'Herbane près Romans, à Brin, près Saint-Donat, aux environs de Vienne (2 molaires) et *Dicroceros* (bois), à Courep, près Saint-Donnat.

Miocène supérieur (Pontique). — La mer qui, avec le Vindobonien a atteint son maximum d'extension dans la région Rhodanienne, comme dans la Plaine Suisse et le Bassin de Vienne, commence à se retirer vers le Sud. Déjà, dans le Dauphiné méridional (environs de Crest et de Valence), les sables à *Terebratulina calathiscus*, qui constituent tout le Miocène moyen, passent à la partie supérieure à des marnes ligniteuses et à des sables (Montvendre) renfermant une faune légèrement saumâtre ayant la plus grande analogie avec celle des dépôts saumâtres qui existent à la

[1] FONTANNES, Sur la découverte de débris de Mastodontes dans la Molasse marine des environs de Digne *(Ann. Soc. agric. de Lyon*, 1886).

[2] GERVAIS, Zoologie et Paléontologie française, 2e éd., p. 346 notes.

[3] GERVAIS ET VAN BENEDEN, Ostéogr. des cétacés vivants et fossiles.

base des dépôts Pontiques du Bas Dauphiné septentrional ; la forme caractéristique *Nassa Michaudi* Thiol. a été constatée dans cette région près de Génissieux, à Arthenonay, et un peu plus au Nord, à Tersanne.

Plus au Sud encore, dans la vallée du Rhône, il en est de même : on ne connait pas, dans toute cette vallée, de dépôts Pontiques franchement marins. Dans la région de Cucuron, on a des calcaires et marnes d'eau douce à *Helix Christoli* et *Melanopsis Narzolina*, passant à la partie supérieure aux limons et cailloutis à *Hipparion* qui ont fourni la belle faune de mammifères connue sous le nom de faune du Léberon. Vers Forcalquier et Digne, tout le Miocène supérieur se présente à l'état de cailloutis impressionnés avec quelques bancs de calcaire lacustre intercalés ; de même dans le Comtat pour la partie supérieure du Miocène.

L'étude des dépôts Pontiques des environs de Lyon va nous présenter des faits comparables à ceux que je viens de passer rapidement en revue pour le reste de la vallée du Rhône. Ces dépôts Pontiques constituent la série de Plateaux découpés par les cours d'eau, qui s'étend au Nord de l'Isère, entre cette rivière et le Rhône. Ils sont restés sensiblement horizontaux et se relient de la façon la plus nette aux dépôts marins que j'ai étudiés plus haut, dans la partie orientale de cette région.

Scipion Gras[1] range tous les terrains de ces plateaux dans son *terrain lacustre supérieur* composé, dit-il « de marnes argileuses et sableuses renfermant la couche à lignites de la Tour-du-Pin et de Pommiers ».

Ch. Lory[2] a donné une excellente analyse fort exacte de ces formations situées au-dessus des couches de Molasse sableuse de Pont-de-Beauvoisin où l'on commence, d'ailleurs, déjà à voir apparaître des lits de véritables poudingues à cailloux impressionnés au milieu de ces couches sableuses. Les cailloutis augmentent et deviennent de plus en plus prédominants à mesure que l'on s'élève

[1] Scipion Gras, Carte géologique du département de l'Isère avec légende, 1863.
[2] Ch. Lory *(loc. cit.)*, p. 602 et suivantes.

dans la série des couches. Cet auteur leur rattache les poudingues de Voreppe. L'existence de coquilles marines aux Abrets (zone de Saint-Fons), à Leyssin, et dans des couches sableuses (d'ailleurs toujours inférieures à la masse principale des poudingues), ainsi que la grande analogie avec les conglomérats inférieurs franchement marins de Voreppe ou de Proveysieux, avaient amené Ch. Lory à considérer l'ensemble de ces formations comme marines et à admettre l'existence de la mer jusqu'à la fin du Miocène dans cette région.

Fontannes[1], après avoir étudié le vallon de la Fuly où les dépôts Pontiques de la zone inférieure à *Nassà Michaudi* ont été repris et remaniés par les alluvions anciennes, émet l'opinion que « bon nombre des conglomérats Tertiaires de cette région — qu'on y trouve ou non des cailloux impressionnés — se réduiraient, s'ils étaient mieux connus, à de simples revêtements plus ou moins épais d'alluvions empruntant leur ciment et leurs fossiles aux sables Tertiaires auxquels ils sont superposés », et il assimile ainsi, aux cailloutis Quaternaires de la Fuly, d'Oytier, les conglomérats de la Tour-du-Pin, d'Evrieu, du Ballon.

Les divergences d'opinions de ces différents auteurs étaient donc considérables, et seule l'étude précise de ces dépôts m'a permis, comme je l'ai indiqué dans une note antérieure[2] de faire la part exacte de vérité qu'il y avait dans ces différentes assertions.

C'est à Fontannes, en particulier, que l'on doit les premiers résultats précis sur la composition exacte du Miocène supérieur dans le Nord du Dauphiné. Dans l'étude à laquelle je viens de faire allusion un peu plus haut, il a montré de la façon la plus nette que le Pontique débutait par une assise de sables fins, gris ou ferrugineux, parfois grossiers, à stratification tourmentée, où abonde la *Nassa Michaudi*, Thiol (d'où le nom de *Zone à Nassa Michaudi*, sous lequel sont généralement désignées ces premières assises). Ce niveau affleure dans les environs d'Heyrieu, à la base des petites collines qui surmontent la plaine d'alluvions d'une cinquantaine

[1] Fontannes, Etudes stratig. tertiaire Bassin du Rhône, I, le vallon de la Fuly.
[2] H. Douxami, Sur le Miocène des environs de Bourgoin et de la Tour-du-Pin (*C. R. Ac. des sciences*, 17 juin 1895).

de mètres. Ces premiers dépôts Pontiques sont à l'altitude moyenne de 270 mètres, c'est-à-dire d'une centaine de mètres au-dessus du niveau des sables marins de Sain-Fons à *Terebratulina calathiscus*[2] dont ils sont séparés, comme il est facile de le constater plus à l'Ouest, par l'ensemble des dépôts de la zone à *Arca Turonica* et *Ancilla glandiformis*, qui n'existe ici qu'en profondeur. La coupe suivante, publiée par M. DEPÉRET[2], nous donne la composition moyenne de ces assises inférieures du Pontique (fig. 12).

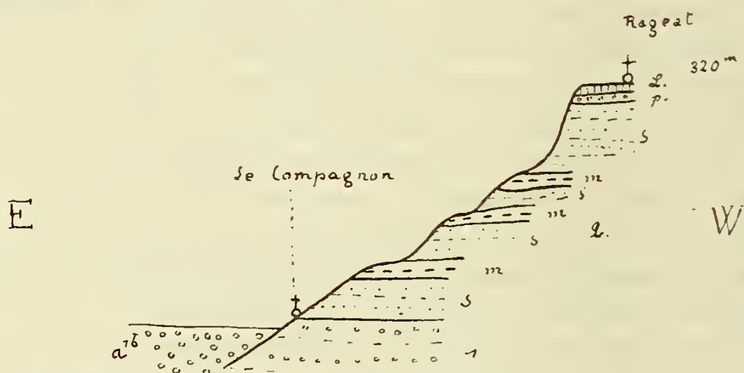


FIG. 12. — Coupe de la Base du Miocène supérieur du Compagnon près Heyrieu.

1 Zone à *Nassa Michaudi;* 2 Marnes et Sables à *Helix Delphinensis*, *s* Sables *m* Marne; P Pliocène supérieur; L Lehm; *a* 1*b* Basse terrasse quaternaire.

1° Zone sableuse assez grossière, avec de nombreux galets marneux qui contiennent surtout les formes fluviatiles et terrestres, d'une épaisseur moyenne de 10 mètres.

2° Alternance de sables fins Molassiques et de marnes argileuses parfois légèrement charbonneuses (au Compagnon, il y a trois de ces niveaux marneux) avec rares fossiles de la zone infé-

[1] Dans toute cette région les dépôts Miocènes sont restés sensiblement horizontaux jusqu'au delà du Guiers à l'Est; ils ne se relèvent vers l'Est que de 1 mètre par 300 mètres.

[2] DEPÉRET, Compte rendu de la course à Heyrieu, la Grive-Saint-Alban *(B. S. G.* 3e série, t. XXII, p. 611, 1895).

rieure, ce sont les sables et marnes à *Helix Delphinensis* de Fontannes[2].

Au-dessus on voit apparaître des sables fins gris jaunâtres, que recouvre une nappe de galets de quartzites alpins du Pliocène supérieur, et le Lehm (ou Loess) quaternaire ; le Miocène supérieur n'est représenté ici que par ses assises tout à fait inférieures. Ces couches ont fourni dans la région d'Heyrieu (Rageat, butte de Toussieu-Chandieu, etc.) de nombreux fossiles marins, et des formes terrestres ou fluviatiles, je citerai :

Formes marines.	**Nassa Michaudi**, Thiol.	**Helix Gualinoi**, Michaud.
	Auricula Viennensis, Font.	— **Delphinensis**, Font.
	— **Lorteti**, Font	— **Escoffierae**, Font.
	Melanopsis buccinoïdea, Fer.	**Triptychius Terveri**, Michaud.
	Melampus Dumortieri, Font.	**Limnæa heriacensis**, Fontannes.
	Bythinia tentaculata var. L.	**Planorbis Thiollierei**, Michaud.
	Cyclostoma Falsani, Font.	— **Heriacensis**, Font.
	Helix Chaixi, Michaud var. miocène.	— **submarginatus**, Christ.

ainsi que des débris de pétiole d'un Palmier et des restes de l'*Hipparion gracile* Kaup, qui caractérise si nettement par son apparition le Miocène supérieur.

Cette zone inférieure, d'abord connue aux environs d'Heyrieu, a été signalée plus au Sud, à Hauterive, et récemment par M. Depéret, encore beaucoup plus loin dans la région de Valence. On la retrouve également vers l'Est ; je l'ai signalée en effet sur toute la bordure occidentale des plateaux qui s'étendent entre Bourgoin et la Tour-du-Pin, ainsi que dans les vallées d'érosion qui découpent ces plateaux à Domarin, dans la vallée de Saint-Agnin, de Saint-Savin, de la Bourbre, de Saint-Chef). Partout elle se présente avec les mêmes caractères : ce sont des sables plus ou moins ferrugineux, avec des galets marneux, surmontés d'un

[1] Il ne faut pas confondre ce niveau marneux (comme le voudrait Lory) à cause des traces de lignites qu'on y rencontre avec le niveau de la Tour-du-Pin qui se trouve à 100 mètres au-dessus.

ensemble de marnes et sables à *Helix Delphinensis* Font, l'ensemble atteignant une épaisseur d'une trentaine de mètres et constituant dans toute la région un niveau d'eau assez constant. Elle présente partout la même faune saumâtre ou d'estuaire que nous avons constatée aux environs d'Heyrieux. L'altitude moyenne à laquelle affleure cette zone est de 270 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les formes les plus communes que j'ai rencontrées sont, avec la *Nassa Michaudi* Thiol, partout très abondante, *Helix Delphinensis*, *Hel. Chaixi*[1], *H. Gualinoi*, *Triptychia Terveri*, *Auricula Viennensis*, *A. Lorteti* et *Zonites Colonjoni*, que j'ai rencontrées aux environs de Bourgoin, dans les couches marnoy-sableuses supérieures.

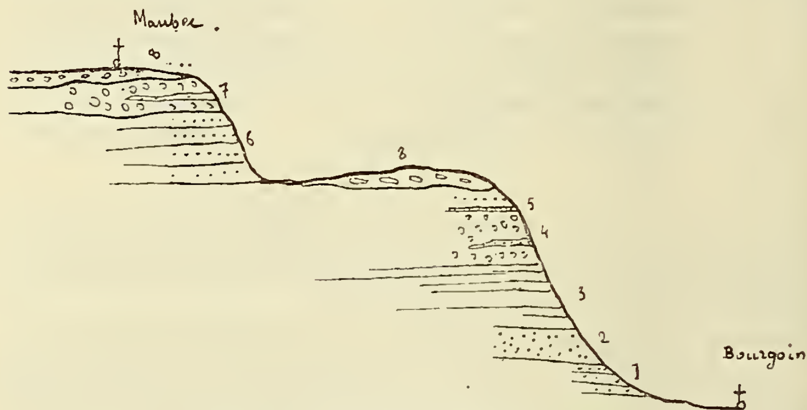


Fig. 13. — Coupe de Bourgoin à Maubec.

1 Sables marneux (Vindobonien); 2 Sables à *Nassa Michaudi* (Pontien); 3 Marnes et Sables à *Helix chaixi*; 4 Poudingues avec lits sableux et lit marneux 6; 5 Sables et Grès jaunâtres sans fossiles; 7 Poudingues; 8 boue glaciaire.

Les coupes suivantes prises aux environs de Bourgoin montrent (coupe de Maubec, fig. 13) les relations de cette zone saumâtre avec les sables fins, gris, qui appartiennent encore au Miocène moyen marin, qui affleurent dans la plaine de Bourgoin. Cette

[1] L. H. Chaixi qui a été créé par Michaud pour une forme pliocène et qui commence dès le Miocène supérieur est toujours facile à distinguer dans les dépôts miocènes par sa forme plus petite et son ombilic moins accentué.

coupe montre également l'apparition d'une puissante formation de poudingues entremêlés de lentilles sableuses ou gréseuses, de lits et de galets marneux contenant parfois des fossiles terrestres ou d'eau douce ; c'est la formation si bien décrite par LORY.

La coupe de Saint-Sorlin montre également les relations de ces assises supérieures avec les couches saumâtres (fig. 14),

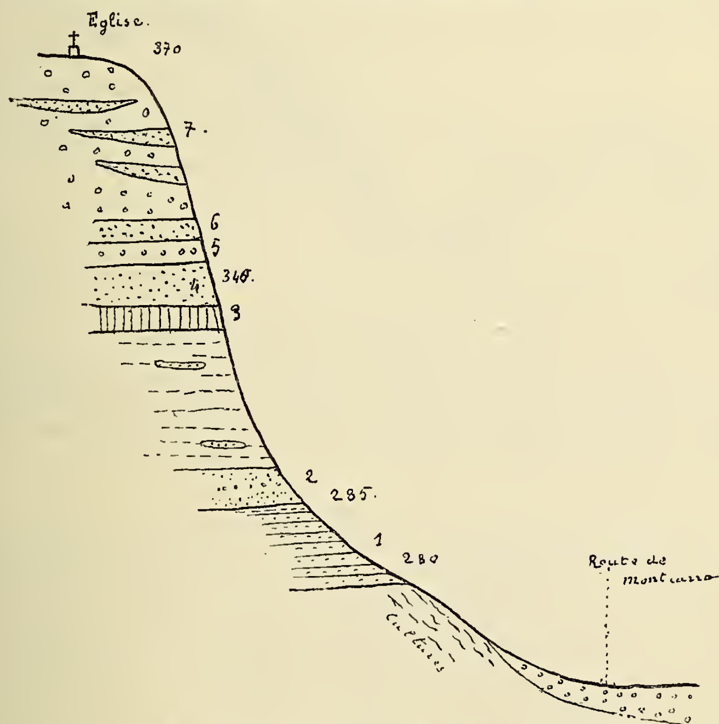


FIG. 14. — Coupe vers Demptézieu.

1 Marnes sableuses avec lits de cailloux et *N. Michaudi;* 2 Sables et au-dessus grès avec cailloux de quartz bien roulés; 3 Sables marneux; 4 Sables avec nombreux cailloux roulés; 5 Poudingue; 6 Grès durs; 7 Poudingues avec bancs de grès intercalés.

et la coupe de Cessieu, prise E.-W. sensiblement, met en évidence de la façon la plus nette les variations latérales nombreuses que présente cette formation (fig. 15).

De ces coupes, il résulte déjà :

1° *Que la zone à Nassa Michaudi existe dans cette ré-*

gion au-dessus des couches tortoniennes d'Aoste et de Chimilin ;

2° Et que l'ensemble des poudingues surmontant nettement les dépôts de cette zone appartient à la partie moyenne et supérieure du Pontique.

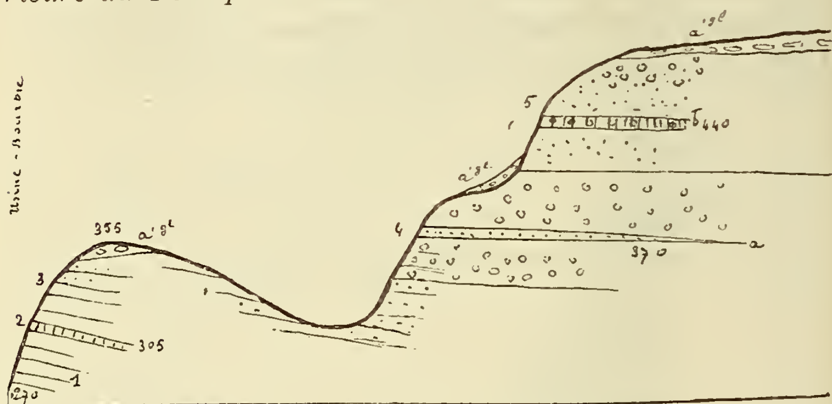


Fig. 15. — Coupe des collines de Cessieu.

1 Sables marneux bleus à *N. Michaudi;* 2 Marnes bleues lignitifères à *H. Delphinensis;* 3 Sables avec bancs de cailloux *H. Chaixi. N. Michaudi* (2[e] niveau); 4 Poudingues avec jaspe, protogine, *a*) banc de sables intercalés; 5 Sables avec lits marneux *b)* passant aux poudingues à la partie supérieure ; a^1 alluvions glaciaires.

Ces derniers dépôts, qui n'ont ici qu'une épaisseur de 200 mètres environ, ayant été profondément ravinés pendant toute la période Pliocène et les temps Quaternaires, peuvent atteindre une épaisseur considérable. C'est, en effet, cette formation qui constitue tous les petits sommets s'élevant au-dessus des plateaux et, en particulier, le point culminant de la région des Plateaux du Bas Dauphiné septentrional, le signal de Baracuchet (964 mètres), près de Voiron. La puissance de ces dépôts témoigne ainsi de la grande activité fluviatile et torrentielle de la fin du Miocène.

Ces poudingues ont une composition très constante : depuis la base jusqu'au sommet, je n'ai pu constater aucune différence, la grosseur des éléments reste toujours sensiblement la même, augmentant légèrement dans les couches les plus récentes. Ces poudingues sont plus ou moins consistants, suivant qu'ils ont été plus ou moins fortement cimentés après leur dépôt. Ils sont surtout

formés de galets de quartzites alpins, toujours parfaitement roulés, pouvant atteindre une grosseur considérable dans les bancs supérieurs ; de quelques galets de calcaire noir *souvent impressionnés* de jaspe et de porphyre rouge et enfin de granite et de protogine du Mont-Blanc parfois très abondants (colline de Cessieu). Ces dernières roches granitoïdes ont subi une altération profonde et sont presque complètement transformées en kaolin ; les galets de quartz présentent une patine rougeâtre.

Dans cet ensemble homogène, on remarque cependant quelques particularités fort intéressantes. Si l'on relève, par exemple, la coupe de la colline qui se trouve derrière la gare de la Tour-du-Pin, on voit s'intercaler au niveau de la gare (altitude 340 mètres) un paquet de sables gris avec lits gréseux et galets marneux où existe, associée à des formes d'eau douce et terrestres, la *Nassa Michaudi* de la zone inférieure. Comme il est d'ailleurs facile de le constater par l'étude des collines qui dominent la rive droite de la Bourbre, entre Bourgoin et la Tour-du-Pin, les couches sont restées sensiblement horizontales; on se trouve évidemment là dans un point particulier où, par suite de circonstances locales, la salure des eaux a pu se maintenir ou diminuer assez lentement pour que les *Nassa Michaudi* aient pu continuer de vivre pendant que se formaient les 70 mètres de dépôts qui les séparent, dans cette localité, de leur niveau habituel. J'ai pu suivre ces dépôts saumâtres jusque vers Saint-Didier-la-Tour et Sainte-Blandine, toujours à ce même niveau (340 mètres d'altitude). Dans la coupe que j'ai donnée des collines de Cessieu, on rencontre également ce deuxième niveau à *Nassa Michaudi*.

C'est aussi dans les environs de la Tour-du-Pin, toujours à peu près à l'altitude de 400 mètres, que l'on voit s'intercaler au milieu de ces poudingues, les marnes et les lignites connus sous le nom de *lignites de la Tour-du-Pin*, encore aujourd'hui activement exploités. Ces dépôts, qui ne sont qu'une formation locale, comprennent, comme j'ai pu m'en assurer, dans les galeries actuelles d'exploitation :

1° A la base, une assise d'argile bleue ou grisâtre, avec lits

sableux (certaines parties contiennent de nombreuses coquilles lacustres ou terrestres, *Planorbes*, *Hélices*, écrasées), d'épaisseur variable de 3 ou 4 mètres à plus de 30 mètres. M. Jourdan y a signalé une dent d'*Hippopotamus* sp. et de *Mastodon arvernensis*[1] et, plus récemment, M. Depéret[2] y a cité le *Sus palæocherus* Kaup., indiquant bien l'âge Miocène supérieur de ces assises. On y trouve, en outre, de nombreux débris de végétaux.

2° Une couche unique de lignite de 50 centimètres d'épaisseur, exploitée par des galeries horizontales, dans la commune de Saint-Didier. Le maximum d'épaisseur serait 60 centimètres à Ruyjaillet ; elle diminue rapidement d'épaisseur dans tous les sens, soit vers Saint-André-le-Gaz et les Abrets à l'Est, soit vers Saint-Victor de Cessieu à l'Ouest, soit vers Dolomieu au Nord. Ce lignite est formé de débris végétaux (Conifères) encore parfaitement reconnaissables et de plantes herbacées marécageuses (tourbe comprimée) ; on le débite à la hache comme du bois. C'est dans des couches un peu moins compactes qu'a été trouvée la dent de *Sus palæocherus*.

3° Nouveau banc d'argile bleue ou grise, pouvant d'ailleurs manquer suivant les points ; ces couches affleurent en certains points (au Vion, entre La Chapelle et Faverges) où elles sont alors directement recouvertes par le Glaciaire.

Et enfin on voit de nouveau le poudingue à ciment sableux, avec lits de sables ou de grès, cailloux impressionnés et les mêmes éléments que le poudingue inférieur : il y a identité complète entre les poudingues inférieurs et supérieurs, ce qui montre bien que les dépôts de lignites et les marnes qui les accompagnent ne sont qu'un accident au milieu de ces cailloutis. Grâce à des sondages effectués en vue de la recherche du lignite, on a pu suivre ces dépôts. On constate ainsi qu'en certains points il n'existe plus que

[1] Je ne donne ces deux déterminations que sous toute réserve. Ces pièces déposées respectivement, l'une à l'Ecole des mines de Paris, l'autre au Muséum de Lyon, n'ont pu être retrouvées. Le *Mastodon Arvernensis* est d'ailleurs extrêmement facile à confondre avec le *Mast. longirostris* surtout si l'on n'a affaire qu'à des pièces incomplètes. Il est probable, pour moi, que la pièce de la Tour-du-Pin se rapportait à cette dernière espèce.

[2] Depéret, *Arch. Mus. de Lyon*, t. IV, p. 50, 1887.

la couche d'argile bleue inférieure qui joue un rôle hydrographique assez important dans la région. Le niveau auquel elle affleure varie entre 380 et 427 mètres et semble augmenter légèrement lorqu'on se dirige vers l'Ouest. On l'a signalée à l'Est jusque sous les Abrets; je l'ai retrouvée au Sud de Charancieu, Faverges, au Nord de Dolomieu, entre Montceau et Ruy et même par Virieu-sur-Bourbre, Blandin et jusqu'auprès de Grand-Lemps, toujours à ce niveau moyen de 400 mètres[1].

Elle joue, comme je le disais plus haut, un rôle orographique assez important dans toute cette région : les poudingues supérieurs ont été ravinés et découpés par l'érosion, ne forment plus souvent que de petits monticules isolés à la surface des plateaux où l'on ne trouve que les dépôts glaciaires, ayant plus ou moins remanié cette assise marneuse. Seules, les vallées profondes descendent dans les couches de poudingues inférieurs. On peut donc conclure de cette étude qu'aux environs de la Tour-du-Pin il y avait, pendant le Pontique, des conditions particulières de tranquillité, ayant permis à un lac de persister avec la *Nassa Michaudi*. Ensuite, a existé un lac tourbeux, où les eaux amenaient les débris des plantes ou des animaux qui vivaient sur les régions émergées voisines. On doit rapprocher de ces lignites de la Tour-du-Pin, les dépôts analogues de Saint-Jean-de-Bournay (Isère), de Tersanne[2], Montmirail, Montrigaud, dans le Viennois méridional, ainsi qu'une partie des dépôts et gîtes à lignites qui existent au Nord de la vallée du Rhône, dans la région Bressane, sur lesquels je reviendrai un peu plus loin. Mais ils sont tout différents : 1° des lignites d'Hauterives (Drôme), franchement Pliocènes, avec lesquels ils ont été confondus par un grand nombre d'auteurs; 2° de ceux des environs de Voreppe (lignites de Pommiers) qui sont marins et beaucoup plus anciens (Miocène moyen).

[1] L'assise sableuse qui existe intercalée au milieu des poudingues Pontiques, aux environs de Bourgoin (voir les coupes précédentes) me paraît correspondre aussi au niveau des marnes à lignites de la Tour-du-Pin.

[2] A Saint-Jean-de-Bournay et Tersanne, ce sont plutôt des lits charbonneux que des lignites. Ils seraient à peu près de la base de l'Etage Pontique.

Au Sud de la plaine de la Bièvre, les plateaux de Chambaran présentent une constitution identique à celle des plateaux de la Tour-du-Pin et il y en est de même des plateaux au delà de l'Isère jusqu'à Montmeyran. La coupe du plateau de Chambaran est particulièrement intéressante (fig. 16).

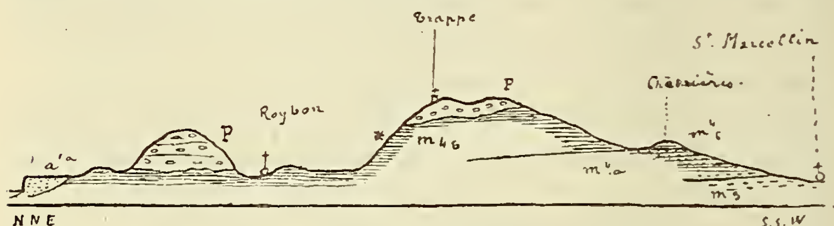


Fig. 16. — Coupe du plateau de Chambarand.

m^3 Molasse marine (2e étage); m^{4a} Pontien, molasse gréso-marneuse à *H. Delphinensis; m^{4b}* Pontien, Marnes et cailloutis à *Hipp. gracile Dinotherium;* P. Cailloutis et Glaise du Pliocène supérieur; a^{1a} Alluvions anciennes; * Gisement de Mammifères de la Trappe.

La découverte récente d'ossements de Mammifères, au milieu des dépôts de cailloutis du Miocène supérieur, est venue confirmer l'âge Pontique de ces formations. Les restes fossiles trouvés dans cette localité font partie de la collection de la Faculté des sciences de Grenoble et ont été gracieusement mis à ma disposition par M. Kilian, professeur de Géologie à cette Faculté ; j'ai pu y reconnaître :

Hipparion gracile, Kaup.	Canon de derrière. Cinq molaires. Calcaneum, cubitus.
Dinotherium giganteum, Cuv.	3e molaire inférieure. Molaire supérieure très usée.

tout à fait caractéristiques du Pontique et qui viennent donner une confirmation extrêmement importante de l'âge franchement Miocène de toutes ces formations et les distinguer complètement des formations Pliocènes de la vallée du Rhône.

Dans ce puissant ensemble de cailloutis, de sables, de grès et de lits marneux, on ne connaît aucun fossile marin. Je n'ai pu y trou-

ver que des formes terrestres ou d'eau douce et des restes de plantes ; je citerai en particulier, de Saint-Victor de Cessieu[1] :

Helix Delphinensis, Font.
Planorbis aff. Thiollierei, Mich.
Helix Chaixi, Michaud.
Zonites Colonjoni, Michaud.

Cette dernière forme existe également avec des Planorbes écrasés dans les couches à lignites ; des restes de plantes (dicolytédones) dans des argiles sableuses au-dessus de Montcarra.

On a donc affaire à des formations essentiellement fluviolacustres et torrentielles et non marines, comme le voulait CH. LORY ; de plus les cailloutis forment bien des couches continues et non un revêtement, un placage plus ou moins épais, sur des sables marins qui existeraient en dessous comme le prétendait FONTANNES.

Lorsqu'on s'avance vers l'Est, on ne suit les couches saumâtres à *Nassa Michaudi* que jusqu'entre Bourgoin et la Tour-du-Pin :

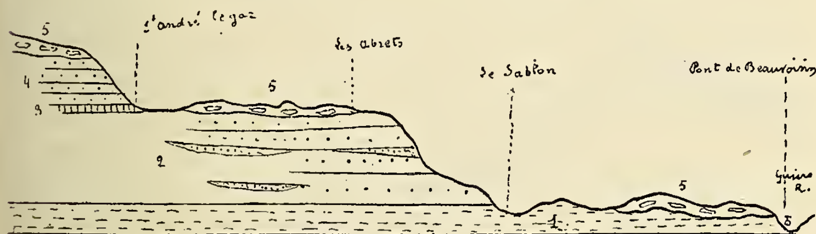


FIG. 17. — Coupe E.-W. de Saint-André à Pont-de-Beauvoisin.

1 Molasse à *Terebratulina calathiscus*; 2 Poudingue et cailloutis avec lentilles sableuses et gréseuses; 3 Marnes à lignites (niveau de la Tour-du-Pin); 4 Poudingues et cailloutis; 5 Glaciaire.

les eaux ne restaient saumâtres que vers le centre du synclinal Pontique, dans la région occidentale de la vallée du Rhône. On constate, en outre, à mesure que l'on se dirige vers les Alpes, que les cailloutis et poudingues reposent non plus sur ce Miocène saumâtre, mais sur le Miocène moyen, marin ; le facies torrentiel envahit des couches de plus en plus anciennes. Ainsi à Veyrins,

[1] Ces fossiles se trouvent uniquement dans les galets ou lits marneux intercalés dans les poudingues; je n'ai trouvé que des débris de coquilles dans ces poudingues ou dans les grès et sables intercalés.

les Avenières, Saint-Sorlin, d'une manière générale dans tous les points où j'ai constaté l'existence des dépôts Tortoniens, à *Arca turonica* et *Ancilla glandiformis*, on les voit reposer directement sur les dépôts Helvétiens (zone de Saint-Fons). C'est ce que le montre la coupe suivante, prise des Abrets à Pont-de-Beauvoisin (fig. 17).

A Pont-de-Beauvoisin même, à la partie inférieure des sables marins et molassiques que j'ai signalés le long de la route de la gare, dans le lit du Guiers, on voit des bancs lenticulaires de pou-

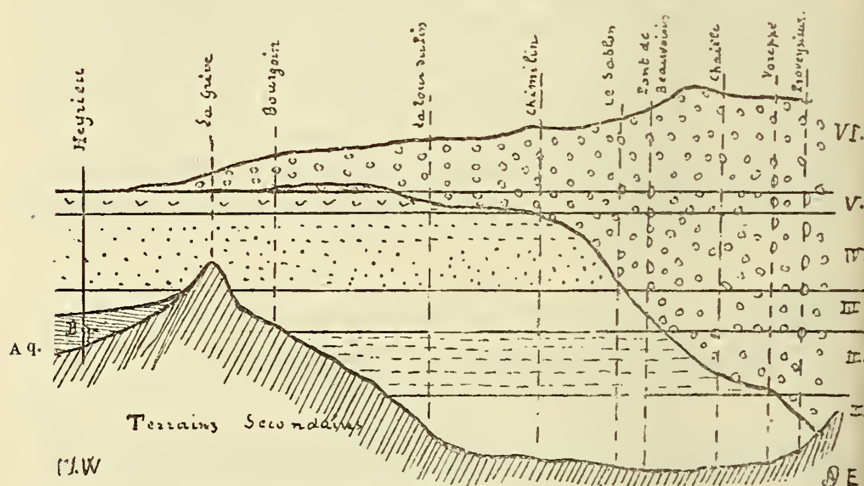


FIG. 18. — Coupe schématique des faciès du Miocène dans la vallée du Rhône.

Aq. Aquitanien (sondage de Toussieu); I Molasse à *P. præscabriusculus;* II Molasse sableuses à *O. crassissima;* III Zone de Saint-Fons (Helvétien); IV Zone d'Aoste (Tortonien); V Zone à *Nassa Michaudi;* VI Cailloutis du Pontien supérieur.

dingue intercalés et qui deviennent de plus en plus prédominants dans les couches supérieures. Enfin, plus à l'Est encore, dans les dépôts des vallées jurassiennes de la Chartreuse (Voreppe, Proveysieux), ce faciès caillouteux envahit même les dépôts du premier étage Méditerranéen, ou Burdigalien. La coupe schématique suivante, prise du Plateau Central à la Chartreuse, montre la disposition de ce faciès dans les différents dépôts du Miocène (fig. 18).

Plus au Sud, dans la vallée du Rhône, aux environs de Digne,

Sisteron, on retrouve encore des cailloutis pour représenter une partie du Miocène; mais leur origine est un peu différente de celle des cailloutis du Dauphiné : dès l'Oligocène, en effet, on voit des conglomérats et limons rouges, indiquant vers Forcalquier l'existence d'un cône de déjection torrentiel. On doit accorder la même origine aux poudingues Pontiques de la région de Valensole et des Mées, qui sont en relation avec une sorte de Durance Miocène, amenant dans cette région les roches du Briançonnais (variolite en particulier, que M. Collot a montré exister dans les marnes de Cabrières, dès l'époque Tortonienne).

Région Bressane. — Au Nord de la vallée du Rhône, les dépôts d'eau douce du Pontique existent sur un grand nombre de points. Ils ont été récemment étudiés par. MM Delafond et Depéret[1], par M. Boistel[2].

Sur la lisière Est de la Bresse, ces dépôts se présentent dans la vallée de l'Ain, à Varambon, Priay, Douvres, Saint-Jean-le-Vieux, Jujurieux, à l'état de grès fins Molassiques, avec quelques lits marneux, surtout à la partie supérieure, avec quelques gîtes de lignites (Douvres, Griay, Varambon). L'épaisseur totale atteint plus de 140 mètres. Ces dépôts se rattachent à ceux de la vallée du Suran (Soblay), des environs d'Ambérieu, Pont-d'Ain, Ceyzériat, Meillonas, d'Aubagna, et à ceux de Coligny, où l'on a surtout des dépôts marins à dents de Squales. Ces dépôts forment une double bande s'étendant du Nord au Sud, au pied de la falaise Jurassique : 1° une bande le long du Suran et de la rivière d'Ain, depuis Soblay jusqu'à Neuville-sur-Ain, par Priay et Mollon; 2° une autre, plus près du Jura (Mérignat, Jujurieux, jusqu'à Ambérieu, en passant par Saint-Jean-le-Vieux, Ambronay et Douvres).

C'est également au Pontique qu'appartiennent les dépôts de la

[1] Delafond et Depéret, La Bresse, *loc. cit.*, p. 33 et suivantes.

[2] Boistel, La faune de Pikermi à Ambérieu (Ain) (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXI, p. 296, 1893).

— Structure de la colline de Saint-Denis-le-Chosson (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 299, 1894).

— Sur le Miocène supérieur de la bordure du Jura aux environs d'Ambérieu (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 628, 1894).

Croix-Rousse, à Lyon. Ce sont des marnes grises et noires accompagnées de graviers qui ont fourni une belle faune de Mammifères, caractéristiques de la partie supérieure du Pontique. L'année dernière, des galeries de recherche d'un niveau d'eau, ont permis de reconnaître sur la colline gneissique de Sainte-Foy, près Oullins, l'existence de marnes blanches identiques à celles de la Croix-Rousse et qui ont fourni deux défenses et deux arrière-molaires de *Mastodon longirostris* [1] et une belle faune de mollusques.

C'est également au Pontique qu'il faut rapporter les galets de quartzites alpins, situés dans les fentes calcaires Jurassiques, qui constituent le Mont-d'Or Lyonnais, et signalés par MM. FALSAN et LOCARD [2], à près de 600 mètres d'altitude. La composition des dépôts du Miocène supérieur de la région Dauphinoise, que j'ai donnée un peu plus haut, et l'étude des dépôts du Pliocène supérieur rendent, en effet, tout à fait vraisemblable l'hypothèse émise par MM. DELAFOND et DEPÉRET, de rapporter au Miocène supérieur tous les dépôts de quartzite alpin, situés à une altitude de plus de 350 mètres [3].

D'après les études de M. BOISTEL, sur les gisements Miocènes des environs d'Ambérieu, les dépôts Pontiques se terminent par des tufs sableux jaunes et des argiles. Il existe, en outre, aux environs de cette localité un conglomérat calcaire présentant des blocs anguleux peu roulés avec des cannelures qui, à première vue, ressemblent à des stries glaciaires, et de nombreux cailloux impressionnés. Dans la marne qui réunit ses blocs, M. Boistel a pu recueillir *Zonites Colonjoni* Mich. *Helix Delphinensis* Font., forme de grande taille passant déjà à la variété Pliocène. *Triptychia*

[1] CH. DEPÉRET, L'Echange (*Soc. Linnéenne de Lyon*, 1895). Ces pièces font partie de la collection de la Faculté des Sciences de Lyon. Je citerai en outre comme mollusques recueillis dans ces couches : *Vivipara ventricosa* Sandb, *Planorbis Heriacensis* Font, *P. Philippei* Locard, *P. Mariæ* Michaud, *P. marginatus* Michaud, *Limnæa Bouilleti* Michaud var., *Heriacensis* Font., *Bithynia Leberonensis* Fisch. et Tourn. *Sphoerium Normandi*, Michaud, *Segmentina filocincta* Sandb ; toutes ces formes passent dans le Pliocène.

[2] FALSAN ET LOCARD, *Monographie du Mont-d'Or*, p. 396, 1866.

[3] Les dépôts du Pliocène supérieur ne dépassent guère, sauf, dans la région tout à fait orientale de la vallée du Rhône, l'altitude de 320 mètres.

Terveri, Mich. (Bettant, La Barre, Saint-Germain) ; les roches qui constituent ces conglomérats (Oxfordien, Rauracien) ont une origine lointaine, et proviendraient, d'après M. Boistel, de l'éboulement d'une ancienne falaise Jurassique, qui aurait complètement disparu de la région qui nous occupe en ce moment.

Paléontologie des dépôts Pontiques de la vallée du Rhône. — L'étude paléontologique des dépôts Pontiques de la vallée du Rhône met en évidence des faits fort intéressants au point de vue du peu d'évolution de certaines formes de mollusques d'eau douce ou terrestres lorsque les conditions générales climatériques de la région varient peu et, au contraire l'évolution rapide des mammifères.

C'est ainsi que dès la base du Miocène supérieur (zone à *Nassa Michaudi)*, comme on peut le constater en se reportant à la liste des formes rencontrées dans ces dépôts que j'ai donnée plus haut, on voit apparaître un certain nombre de formes de mollusques telles que :

Bithynia Leberonensis Fisch et Tourn., *Planorbis Heriacensis* Font, *Limnæa Bouilleti* var. *Heriacensis* Font, *Helix Delphinensis* Font, *H. Abrettensis* Font, *Helix Chaixi* Mich[1], *Zonites Colonjoni* Mich[2], *Triptychia Terveri* Michaud, que l'on retrouve non seulement à tous les niveaux du Pontique, mais encore dans les dépôts du Pliocène inférieur lacustre de la Bresse (horizon de Mollon et d'Auvillars) et même (au moins certaines formes comme *H. Chaixi*, *Zonites Colonjoni*, *Triptychia Terveri)* jusque dans les tufs de Meximieux, de la partie inférieure du Miocène moyen. C'est à peine si l'on peut trouver, chez ces formes, des différences justifiant des variétés Miocènes ou Pliocènes ; je signalerai cependant la diminution de taille de la variété Miocène de l'*H. Chaixi* et l'augmentation de taille de l'*H. Delphinensis* quand elle provient de couches de plus en plus récentes.

Le nombre de ces formes Mio-Pliocènes augmente d'ailleurs

[1] M. Depéret considère la forme miocène de taille un peu plus petite comme un variété : *var. Heriacensis*, Depéret.

[2] Var *Planciana*, Font. pour les formes Miocènes.

lorsque l'on s'adresse aux couches supérieures : toutes les formes que j'ai pu recueillir à la colline de Sainte-Foy près Lyon sont des formes Pliocènes. Cette remarque explique ainsi très naturellement les différentes opinions émises par les auteurs sur ces dépôts d'eau douce de la Bresse et d'Hauterives ou du Dauphiné.

Ce n'est, comme l'a montré M. Depéret, que l'étude des Mammifères qui peut amener à fixer des horizons précis et à déterminer l'âge exact de formations, dont les faciès et les autres restes organisés sont souvent les mêmes. J'ai déjà insisté sur ce fait que l'apparition de l'*Hipparion gracile*, remplaçant l'*Anchiterium aurelianense* du Miocène inférieur et moyen, caractérisait complètement les dépôts du Miocène supérieur. L'étude plus approfondie des restes de Vertébrés qu'ont fournis ces couches, permet de distinguer nettement trois horizons dans le Pontique des environs de Lyon. C'est ainsi que l'on a successivement :

1° Horizon inférieur ou *Zone à Nassa Michaudi* (saumâtre) avec la première apparition de l'*Hipparion gracile* Kaup et la persistance de certains Mollusques du Tortonien supérieur comme *Auricula Lorteti* Font, *Planorbis Heriacensis* Font, *Helix Delphinensis* Font, *H. Abrettensis* Font, *H. Escoffierae* Font;

2° Horizon moyen. *Horizon de Soblay ou de la Tour-du-Pin* (fluvio lacustre), (en outre Saint-Jean-le-Vieux, Priay, Varambon, Saint-Jean-de-Bournay, Ambérieu) caractérisé par :

Sus major., Gerv. (Soblay, Ambérieu).
Sus palæocherus, Kaup. (Soblay, la Tour-du-Pin, Ambérieu).
Rhinoceros Schleiermacheri, Kaup. (Soblay).
Hipparion gracile, Kaup. (Soblay, Saint-Jean-de-Bournay, Sonnay, Oussiat, Ambérieu).
Dinotherium giganteum, Cuv. (Ambérieu, Saint-Jean-de-Bournay, Saint-Jean-le-Vieux).
Mastodon Turicensis, Schinz. (Soblay).
Castor Jœgeri, Kaup. (Soblay, Saint-Jean-de-Bournay).
Protragocerus Chantrei, Desh. race **major**. (Soblay, Saint-Jean-de-Bournay).
Tragocerus Amaltheus, Roth. et Wagn. (Ambérieu).
Cervus aff. Matheroni, Gray. (id).
Gazella deperdita, Gervais (Soblay).

Hyæna eximia, Roth. et Wagn. (Soblay, Ambérieu).
Testudo Amberiacensis, Depéret [1] (Ambérieu).

Les Mollusques que l'on rencontre le plus habituellement à ce niveau sont :

Melanopsis Kleini, Kurr. var. **Valentinensis**, Font (existe dans la zone inférieure).
Neritina crenulata, Klein (existe dans le Tortonien d'eau douce de Suisse).
Valvata sibinensis, Neum. var. **Sayni**, Font.
Valvata Hellenica, Tourn. var. **Cabeolensis**, Font.
Bythinia Leberonensis, Fisch et Tourn.
— **Veneria**, Font.
Hydrobia Avisanensis, Font.
Nematurella Lugdunensis, Loc.
Helix Nayliesi, Mich.
Helix cf Larteti, Boissy.
Helix Chaixi, Mich. var. **Planciana**, Font. (Ambérieu [2]).
Helix Delphinensis, Font. (Ambérieu).
Limnæa Bouilleti, Mich. var. **Heriacensis**, Font. (Ambérieu).
Testacella Deshayesi, Mich. (id).
Planorbis Philippei, Loc. (id).
— **Heriacensis**, Font. (id).
Triptychia Terveri, Mich. (id).
Unio atavus, Partsch. var. **Sayni**, Font.

3° Horizon supérieur ou *de la Croix-Rousse* (Sainte-Foy), dont les Mammifères indiquent un degré d'évolution plus avancé encore que ceux de la faune précédente, surtout dans la famille des Antilopidés. On y rencontre :

Hipparion gracile, Kaup. (race lourde et grêle).
Rhinoceros Schleiermacheri, Kaup.
Mastodon longirostris, Kaup. (et à Sainte-Foy).
Dinotherium Cuvieri, Kaup.
Castor Jœgeri, Kaup.
Tragocerus Amaltheus, Roth. et Wagn. (très commun).
Gazella deperdita, Gervais.

[1] Ch. Depéret, Note paléontologique complémentaire sur les terrains Tertiaires de la Bresse (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 717, 1894).

[2] La faune d'Ambérieu présente, surtout par ses formes de mollusques, la plus grande analogie avec l'horizon supérieur de la Croix-Rousse.

Hyœmoschus Jourdani, Depéret.
Micromeryx Flourensianus, Lortet.
Metiratos sp. radius d'oiseau (**Grus Pentelici**, Gaud. ?)

accompagnés de quelques Mollusques tous Mio-Pliocènes :

Zonites Colonjoni, Mich. **var. Planciana**, Font.
Helix Valentinensis, Font. (paraît exister depuis le Tortonien dans le Bassin de Visan).
Limnæa Heriacensis, Font.
Planorbis Heriacensis, Font.
Planorbis Bigueti, Font.
Ancylus Neumayri, Font.
Bithynia Leberonensis, Fisch et Tourn.
Bithynia veneria, Font.
Unio atavus, Partsch.

Le Pliocène est, lui, nettement caractérisé par la disparition de l'*Hipparion gracile*, l'apparition du *Mastodon Borsoni* Hays et *Rhinoceros leptorhinus*, Cuvier, et un peu plus haut du *Mastodon Arvernensis*, Cr et Job (= *M. dissimilis* de Jourdan).

Dépôts post-miocènes du Nord de la vallée du Rhône. — Tous les dépôts du Miocène supérieur de la bordure du Jura dans la région Bressane ont été affectés par les derniers mouvements alpins post-miocènes, au point de se présenter en couches verticales ou même renversées sous les calcaires Jurassiques. Nulle part on a signalé dans ces dépôts la présence de cailloux alpins. Les mouvements prépontiques, dont je démontrerai un peu plus loin l'existence, dans les chaînes du Jura méridional, en Savoie, ont dû également se faire sentir au delà de la vallée actuelle du Rhône, dans la région du Bugey, et ont soulevé assez cette partie du Jura pour s'opposer au passage des quartzites alpins, qui ne se retrouvent qu'au Sud, à partir du Mont d'Or Lyonnais.

Ces mouvements prépontiques et post-miocènes ont eu pour effet de chasser la mer à la fois du Jura méridional et de la vallée du Rhône. Puis au Pliocène la mer revient peu à peu dans la vallée du Rhône, mais n'y occupant plus qu'un fjord étroit dont les limites ont été bien précisées par Fontannes, le long de la vallée actuelle du Rhône, jusqu'au village de Loire, un peu au Sud de Givors. Les mouvements ayant accompagné ce retour de la mer, ont en même temps augmenté la dépression de la vallée de la Saône. Elle

a été remplie par un lac entièrement d'eau douce, se déversant dans le bras de mer de la vallée du Rhône, dont il était séparé par un seuil, s'étendant de Lyon à Givors. Cette cuvette Bressane, longue de plus de 250 kilomètres du Sud au Nord, a continué à s'affaisser lentement, pendant la période Plaisancienne. Les marnes de la Bresse qui constituent tout le sous-sol de la région ont une épaisseur de plus de 250 mètres. Un dernier mouvement a eu lieu à la fin du Pliocène inférieur, ayant eu pour résultat de vider la cuvette Bressane et de chasser définitivement les eaux marines de la vallée du Rhône. Les marnes de la Bresse ont aussi été affectées par ce dernier mouvement alpin ; elles forment en effet, aujourd'hui, un vaste synclinal dont l'axe est beaucoup plus près du Jura que du Plateau central[1].

MM. Depéret et Delafond[2] dans leur étude magistrale des dépôts Tertiaires de la Bresse, ont distingué dans ces marnes trois horizons principaux :

1° *Horizon inférieur ou de Mollon.*
2° *Horizon moyen ou de Condal.*
3° *Horizon supérieur ou d'Auvillars.*

C'est à l'horizon de Mollon qu'il faut rattacher les formations lacustres de Chabeuil et d'Hauterives (Drôme) ; la faune est en effet identique à celle de Mollon et par conséquent d'âge Pliocène et non Miocène, comme on l'a cru pendant longtemps, par suite d'interprétations fausses des coupes de cette région.

A la fin du Pliocène inférieur, le creusement des vallées de la Bresse commence : déjà les principales vallées actuelles sont indiquées comme le montre l'étude des dépôts du Pliocène moyen (sables de Trévoux, tufs de Meximieux). Puis ces cours d'eau, après avoir creusé leur lit, souvent même au-dessous du lit actuel (20 mètres au-dessous pour la Saône), alluvionnent,

[1] Ce mouvement pliocène des Alpes s'est fait sentir également dans la vallée du Rhône, portant à une altitude de près de 400 mètres les dépôts marins du Pliocène inférieur.
[2] Depéret et Delafond, La Bresse, *loc. cit.*

remplissant complètement ces lits et déposent dès la fin du Pliocène moyen, pendant tout le Pliocène supérieur, des galets roulés de diverses origines.

Dans la partie méridionale de la Bresse (Dombes), on trouve, ravinant le Miocène, des cailloutis alpins (quartzites, granites altérés) formant une série de terrasses, dont la plus élevée atteint 380 mètres [1].

Dans la région du Doubs et de la Loue, ces alluvions y forment également des terrasses étagées à différents niveaux, mais tous les éléments qui les constituent sont nettement d'origine vosgienne. A l'Ouest, dans le Beaujolais, où les alluvions atteignent une importance considérable, leur origine est nettement locale : Elles proviennent du Plateau Central ou des calcaires jurassiques de bordure démantelés. Ce n'est que dans le plateau de la Bresse proprement dite que l'on trouve des alluvions beaucoup moins grossières, constituant les sables de Chagny.

En résumé, les alluvions pliocènes de la Bresse peuvent, suivant leur origine, se classer de la manière suivante :

Au Nord d'Auxonne (jusqu'à Mâcon), formant une zone longitudinale, correspondant au lit de la Saône pliocène (peu différent d'ailleurs de la Saône actuelle), les alluvions sont essentiellement siliceuses et d'origine Vosgienne.

A l'Ouest, sur la lisière de la Bourgogne, les alluvions plus ou moins importantes, calcaires, à chailles ou avec des blocs de roches anciennes ont été empruntées aux terrains de bordure.

Tout à fait au Nord (vallée du Doubs jusqu'à Sellières), les alluvions sont Vosgiennes.

A l'Est, au N.-E., entre Sellières et Cuisa, les alluvions sont calcaires, peu épaisses et empruntées aux rochers du massif du Jura ; au Sud, tout le long du Bugey, les alluvions sont surtout d'origine alpine.

[1] On trouve une seconde terrasse vers 330-340 mètres (Jujurieux, Ambérieu, Varambon), puis une troisième à 280-310 mètres (Saint-Didier, Ecully, Saint-Irénée, Saint-Genis-Laval), et enfin une dernière, beaucoup plus au Sud de Lyon, vers Givors et Vienne à 280 mètres d'altitude.

C'est à ces derniers dépôts qu'il faut rapporter les cailloutis des Hauts Plateaux, qui existent plus au Sud, sur la surface des Plateaux du Bas Dauphiné septentrional (P. de la feuille géologique au 1/80.000 de Grenoble et de Lyon). Ces cailloutis se reconnaissent dans la région lyonnaise par ce fait que les galets de quartz parfaitement arrondis présentent une patine ferrugineuse et que les galets de roches granitoïdes sont profondément altérés, presque complètement transformés en kaolin et s'effritent au contact de l'air. Ces dépôts qui augmentent d'épaisseur, à mesure qu'on se rapproche de la vallée de Rhône, atteignent, dans la région de Romans, une centaine de mètres d'épaisseur. On les voit, dans cette région, reposer indistinctement, soit sur la zone de Saint-Fons, soit sur les couches à *Nassa Michaudi*, soit enfin, comme aux environs d'Hauterives (Drôme), sur les marnes du Pliocène inférieur lacustre, surmontant le Pliocène marin. A mesure que l'on s'avance vers l'Est, ils s'amincissent beaucoup et ne forment bientôt qu'un simple revêtement, à la surface des plateaux.

Les caractères que présentent ces dépôts, dans toute la région lyonnaise, pourraient facilement les faire confondre avec les dépôts caillouteux des environs de Bourgoin et de la Tour du Pin, qui appartiennent, comme je l'ai montré plus haut, au Miocène supérieur. Entre Bourgoin et la Tour-du-Pin, les plateaux sont partout recouverts par les Alluvions Glaciaires qui ont remanié légèrement la partie superficielle des dépôts Pontiques[1]. Ces alluvions contiennent des cailloux de toute provenance, plus ou moins polis et striés quand ils sont calcaires, arrangés sans ordre, où les granites ne sont pas altérés et sur lesquels on trouve de gros blocs anguleux d'origine alpine (Urgonien, quartz, poudingue et grès houiller, schistes à séricites, etc.). En quelques points, comme à la Bollatière, près des Abrets, sur la route de la Bâthie, on remarque en outre des alluvions grises largement stratifiées et où les granites ne sont pas altérés : ce sont des alluvions anciennes, plus anciennes que celles des grandes vallées, qui sont post-glaciaires. Elles

[1] On trouve fréquemment dans les alluvions glaciaires des cailloux impressionnés qui proviennent des dépôts Pontiques sous-jacents.

correspondent sans doute à un arrêt local dans le recul du glacier après son maximum d'extension. En d'autres points (Saint-André-le-Gaz, Pont-de-Beauvoisin, les Eteppes), la boue glaciaire a été fortement lavée et l'on voit s'accumuler, en général sur les pentes, du lehm argileux partout activement exploité pour la fabrication des briques[1].

A partir de Bourgoin, ou plus exactement d'une ligne sensiblement N.-S., passant entre Bourgoin et la Grive-Saint-Alban, on voit, mêlés à la boue glaciaire, des galets de quartzites à patine

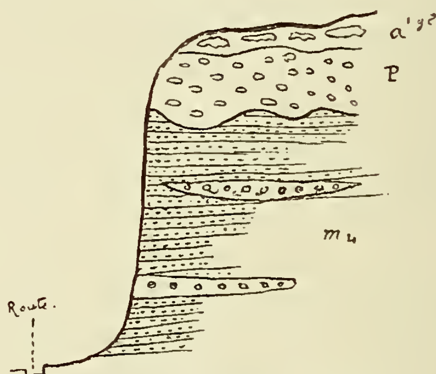


Fig. 19. — Sablière de Four.

m^4 Molasse sableuse avec bancs lenticulaires de cailloux; P. Quartzites et galets de roches granitoïdes. (Pliocène sup.); a^{1gl} Boue glaciaire.

rougeâtre, plus volumineux, et différant d'ailleurs d'aspect, de ceux du Miocène supérieur. Je les attribue au Pliocène supérieur et je les rattache à la nappe de cailloutis du Sud de la Bresse et de la vallée du Rhône, dont je viens de parler : leurs caractères et leur position stratigraphique sont les mêmes. Une nouvelle preuve, qui vient confirmer ces assertions, est d'ailleurs fournie par la coupe que j'ai pu relever aux environs de Four (Isère) et qui montre (fig. 19)

[1] Ces boues glaciaires qui recouvrent, on peut le dire, la surface de tous les plateaux, sont essentiellement calcaires; aussi les eaux de ruissellement et les eaux d'infiltration se chargent-elles abondamment de carbonate de calcium; elles le déposent ensuite dans tous les points où elles arrivent à l'air, sous forme de tufs calcaires. (Depuis l'ouverture de la tranchée du chemin de fer à la Tour-du-Pin, ces tufs atteignent plus d'un mètre d'épaisseur ; on les rencontre dans tous les ravins.)

les cailloutis Pliocènes ravinant les dépôts caillouteux et sableux du Miocène supérieur.

A partir de cette ligne N.-S., les dépôts du Pliocène supérieur forment une nappe sensiblement continue, s'abaissant rapidement vers la vallée du Rhône, en augmentant beaucoup d'épaisseur et ravinant des formations Miocènes de plus en plus anciennes. Leur grande analogie avec les dépôts Pontiques explique pourquoi on les a si souvent confondus avec ces derniers, auxquels ils ont d'ailleurs, dans la vallée du Rhône, emprunté une grande partie de leurs éléments.

On rencontre outre ces dépôts caillouteux, dans les plateaux de Chambaran en particulier, une formation fort différente, désignée par Ch. Lory sous le nom de *Glaise de Chambaran et des plateaux viennois* et qui comprend des sables fins et des argiles plus ou moins ocreuses, avec quelques galets de quartzite, exploitées comme argiles réfractaires ou comme terres à briques. Ces formations, bien antérieures au creusement des vallées, proviennent du remaniement et épuisement sur place des cailloutis sous-jacents. La découverte du *Mastodon Arvernensis* est venue, d'ailleurs, confirmer leur âge Pliocène.

L'étude fort détaillée que je viens de faire des dépôts Tertiaires du Nord de la vallée du Rhône permet de fixer d'une manière définitive leur âge jusque-là fort discuté et constituera une base précise de comparaison avec les dépôts Tertiaires qu'il me reste maintenant à étudier dans le Jura et la Suisse.

La nomenclature des terrains Tertiaires supérieurs du Nord du Dauphiné peut se résumer dans le tableau suivant :

OLIGOCÈNE.	**Aquitanien.**		Conglomérats calcaires de Rocheron, l'île Crémieu, avec Calcaires lacustres à *Pl. Cornu*. (Dépôts du pied du Jura à *H. Ramondi* et à plantes).
MIOCÈNE.	**Burdigalien.** (1° Étage Méditerranéen). Miocène inf.	Inf.	(Sables à *Scutella Paulensis*) manquent.
		Sup.	(Molasse à *Pecten præscabriusculus*). Molasse marno-calcaire et gréseuse de Grésin Sainte-Marie-d'Alvey.
	Vindobonien. (2° Étage Méditerranéen). Miocène moyen	*Helvétien.* s. strict	Molasse sableuse de Pont-de-Beauvoisin à *O. crassissima* et *Natica helicina*.
			Sables à *Terebratulina calathiscus* (zone de Saint-Fons et conglomérat ferrugineux de la Croix-Rousse).
		Tortonien.	Sables de Chimilin, Aoste à *Arca Turonica* et *Ancilla glandiformis*.
	Pontien. Miocène sup.	Infér.	Sables et marnes à *Nassa Michaudi*, *Helix Delphinensis*.
		Moyen.	Cailloutis alpins et Lignite de la Tour-du-Pin, Soblay.
		Supér.	Horizon de la Croix-Rousse, dépôts supérieurs du pied du Jura.
PLIOCÈNE.	Infér.		**Plaisancien**, marnes de la Bresse (Dépôts marins de Loire, marnes lacustres d'Hauterives).
	Moyen.		**Astien**, horizon de Trévoux (Sables et marnes).
	Supér.		**Sicilien**, cailloutis des Hauts-Plateaux, glaise de Chambaran, sables de Chagny, Châlons-Saint-Côme.

§ 2. Région Jurassienne.

Comme dans la vallée du Rhône, les dépôts Aquitaniens sont plus ou moins indépendants des dépôts Miocènes. Ils ne forment d'ailleurs que des lambeaux plus ou moins isolés, simples témoins de l'ancienne extension de ces formations, et qui sont situés dans des synclinaux étroits, en général fort réguliers. Les caractères généraux, intermédiaires entre ceux des dépôts de la Plaine Suisse et ceux de la vallée du Rhône, sont difficiles à résumer en quelques lignes, et se dégageront beaucoup mieux d'une étude détaillée.

En laissant de côté l'Aquitanien de Châtillon et de Grusse que j'ai rattaché, dans le chapitre précédent, au Tertiaire de la bordure de la vallée du Rhône, je passerai successivement

en revue les différents synclinaux tertiaires du Jura méridional proprement dit. On les rencontre, en se dirigeant de l'Ouest à l'Est dans la région que j'ai particulièrement étudiée, et il sera facile ensuite de leur rattacher les dépôts du Nord du Jura.

Synclinal de Saint-Martin-de-Bavel. — Les dépôts Tertiaires les plus occidentaux sont ceux des environs de Belley, en particulier ceux de Saint-Martin-de-Bavel, près de Virieu le-Grand, qui nous offrent une succession assez complète des assises Miocènes. Ils ont été bien étudiés par E. Benoit[1]. Les couches Tertiaires forment un plateau triangulaire faillé à l'Est, reposant à l'Ouest sur les calcaires roux du Valangien qui ont été fortement érodés. La coupe de cette région (fig. 20) présente la succession suivante de bas en haut :

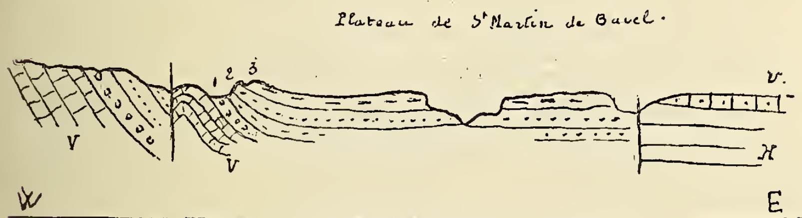


Fig. 20. — Coupe de Saint-Martin-de-Bavel.

V Valangien; H Hauterivien; U Urgonien; 1 Conglomérat local calcaire (base du Burdigalien); 2 Molasse calcaire, argileuse et gréseuse à *P. præscabriusculus*; 3 Molasse micacée très grossière à Ostracés (2ᵉ Étage).

1° Conglomérat local calcaire (Néocomien et Jurassique) à galets bien roulés, les plus volumineux à la partie inférieure, avec cailloux percés de trous de Pholades, quelques lits sableux intercalés 1 à 3 mètres.

2° Molasse calcaire passant, à la partie inférieure, au conglomérat; 1 à 2 mètres. Elle contient *P. præscabriusculus*, Font, *Turritella terebralis*, Lamk. Elle correspond tout à fait à la Molasse marno-calcaire de Grésin, Sainte-Marie d'Alvey, et représente avec

[1] E. Benoit, Note sur la Molasse du département de l'Ain (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVI, p. 369, 1859).

l'assise précédente le Burdigalien supérieur; les dépôts marins inférieurs du Miocène manquent en effet, comme dans tout le Jura, la Savoie et la Plaine Suisse.

3° Molasse argileuse, calcaire, de couleur bleue, avec fossiles excessivement rares, sauf *Hornera striata*, M. Edv. 5 à 6 mètres.

4° Molasse gréseuse, grise, contenant de nombreux oursins, où le *P. præscabriusculus* devient très abondant et qui contient en outre :

Echinolampas scutiformis, Ag.
Ostrea squarrosa, M. de Serres.
Moules de **Venus, Cythérées.**

Épaisseur, 4 mètres environ. Elle passe à une Molasse micacée, grise, très calcaire; avec bancs pétris de *P. præscabriusculus*, *P. ventilabrum*, Goldf., *P. subbenedictus*, Font., moules de *Venus*, *Cythérées*, *Lucina squamosa*, Lamk., avec nombreux débris de Balanes. Ces couches terminent le Burdigalien[1].

5° Au-dessus vient un ensemble de couches que Benoit désigne sous le nom de grès grossiers et de lits de charriage, subordonnés aux couches précédentes et marquant une nouvelle transgression de la mer Miocène dans le Jura, à l'époque du deuxième Étage Méditerranéen, comme dans la vallée du Rhône ou dans la Plaine Suisse. On a des couches grossières, contenant de nombreux débris de coquilles et des polypiers, des débris de calcaire d'origine alpine, des silex. On y trouve :

Lamna (dents) **Ostrea crassissima**, Lmk. (de très grande taille).
Ostrea burdigalensis, Mayer.
— **virginiana,** Gmel.
Ostrea squarrosa ? M. de Serres.
— **crispata**, Goldf.
— **palliata**, Goldf. (aff. **Ostrea Granensis**, Font.).

Au-dessus, on aurait encore (environs de Belley) des assises sableuses, ayant disparu ici par suite de l'érosion ; le Glaciaire recouvre le tout.

Le petit synclinal de Saint-Martin-de-Bavel n'est qu'une dépen-

[1] Benoit, dans la note précitée, rapportait au contraire ces couches à la Molasse subalpine de Berne et Saint-Gall qui appartient au Miocène moyen.

dance du val Romey, prolongement septentrional du premier synclinal tertiaire du Jura méridional que j'ai désigné plus haut sous le nom de synclinal de Novalaise.

Synclinal de Novalaise. — Ce synclinal renferme des terrains Aquitaniens et Miocènes. Les premiers sont bien développés à l'Ouest, près du mont Chaffarou, dont ils constituent toute la partie supérieure, se rattachant aux dépôts Aquitaniens de la vallée du Rhône, que j'ai signalés à Rocheron. Une coupe Est-Ouest, passant par le mont Chaffarou, permet de donner la constitution générale des dépôts Tertiaires qui remplissent la vallée (fig. 21, et pl. V, fig. 2).

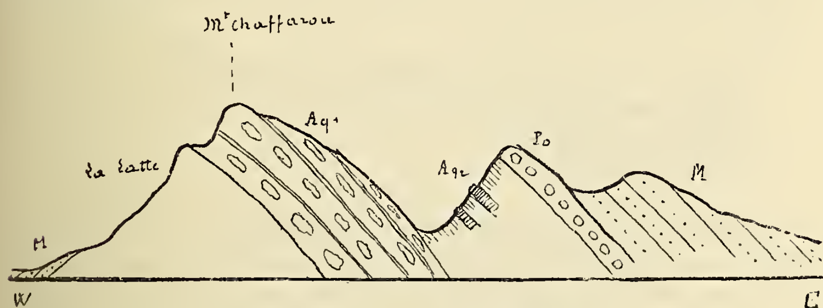


Fig. 21. — Coupe du mont Chaffarou.

Aq[1] Poudingue et Brèche (silex etc.), avec lits marneux rouges (Brèche de Vimines); Aq[2] Marnes rouges avec deux bancs calcaires à *Glandines;* Po Poudingue de base du Burdigalien à éléments Néocomiens; M Molasse gréseuse à *P. præscabriusculus.*

1° *Aquitanien.* — Ces dépôts, qui forment la crête du mont Chaffarou (825 mètres) sont constitués par des alternances de bancs de conglomérats calcaires (dont les bancs inférieurs, qui reposent sur le Jurassique supérieur, renferment des éléments très volumineux) et de couches moins grossières plus tendres, passant, à la partie supérieure à des bancs de marnes rouges et de calcaires durs faisant légèrement saillie. Les bancs de conglomérat se composent surtout d'éléments calcaires; j'y ai reconnu des cailloux d'Urgonien, de Jurassique supérieur et des silex assez nombreux, provenant du Néocomien. Il n'y a pas d'éléments d'origine lointaine. Ce dépôt est d'origine locale; les galets ne sont d'ailleurs que légèrement arrondis. Le ciment qui les réunit est légèrement

rougeâtre. Certains bancs de ce conglomérat, plus consistants que les autres, ressemblent d'une manière frappante à la formation Aquitanienne connue dans la vallée de Couz sous le nom de *Brèche de Vimines*, et dont l'origine (cône d'éboulis) est évidemment la même.

Les bancs de marnes rouges et de calcaires durs de la partie supérieure sont fossilifères; on y trouve en grande abondance une Glandine rapportée primitivement par MAILLARD[1] à la *Gl. costellata*, Sow. sp. Cette détermination avait amené L. PILLET[2] à considérer ces couches comme représentant l'Éocène supérieur. M. HOLLANDE[3] les a rapportées le premier à l'Aquitanien. J'ai recueilli dans ces couches supérieures :

Glandina Revili, Douxami (**G. inflata**, Reuss in Hollande[4]).
Helix Ramondi, Brgt.
Helix eurhabdota. Font.
Nanina intricata, Noulet.

M. HOLLANDE y cite en outre *Helix (coryda) rugulosa*, G. v. Martens, que j'ai pu y rencontrer : c'est la forme la plus fréquente à Gerbaix et à Rocheron. On trouve encore des corps arrondis, plus ou moins cylindriques, qui, dans le Sud du Bassin du Rhône (environs de Forcalquier en particulier) ont été rapportés à des œufs de *Bulimus (?)*, et que je considère plutôt ici comme de simples concrétions argileuses.

Ces dépôts Aquitaniens du mont Chaffarou se retrouvent encore plus au Sud, sur le versant oriental de la vallée, le long de la chaîne de l'Epine, un peu à l'Est du village d'Aiguebelette. Lorsqu'on suit le sentier du passage Saint-Michel, on voit au-dessous de bancs de Molasse gréseuse grossière et de Molasse sableuse, formant entre le lac et la montagne une suite de collines boisées,

[1] MAILLARD, Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse (*Mémoires de la Soc. paléontologique Suisse*, t. XVIII, p. 2, pl. I, fig. 2, 1891).

[2] L. PILLET, Calc. de Saint-Ouen à Gerbaix près de Novalaise (Savoie) (*Bull. Soc. Hist. Nat de Savoie*, t. IV, p. 56, 1890).

[3] HOLLANDE, *loc. cit.*, *Bull.* nº 29, 1892, p. 8 et *Bull.* nº 41, 1895.

[4] La diagnose de cette espèce nouvelle sera donnée un peu plus loin dans le *Chapitre de la Paléontologie des Terrains Tertiaires.*

assez escarpées (fig. 22) et disposées en couches presque verticales, un conglomérat polygénique constituant la base des terrains Miocènes. Les dépôts Aquitaniens, qui existent en dessous, sont des couches de marnes rouges et des poudingues (3 à 4 bancs[1]) d'aspect identique aux dépôts du mont Chaffarou et à ceux qui existent de l'autre côté de la montagne de l'Epine, aux environs de Vimines et du hameau de la Fougère. Ils reposent ici sur l'Hauterivien. Les bancs de conglomérat bréchoïde ont été rencontrés également, lors du percement du tunnel de l'Epine, des deux côtés de la montagne.

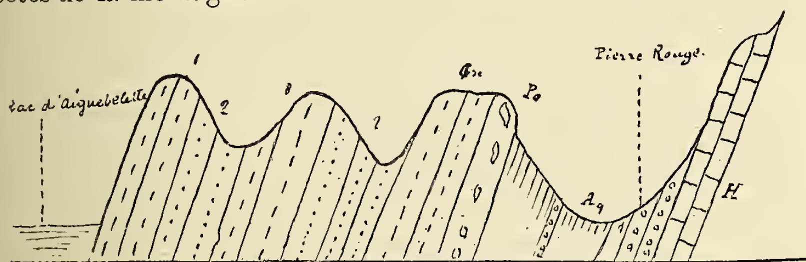


Fig. 22. — Coupe au hameau de Pierre-Rouge.

H Hauterivien ; Aq Marnes rouges et Poudingues, bréchoïdes aquitaniens ; Po Poudingue de base du Miocène ; 1 Grès durs ; 2 Grès sableux du Burdigalien.

C'est sans doute également à l'Aquitanien qu'il faut rapporter les conglomérats très polygéniques de la vallée de Peyzieu, près Belley, qui constituent sur l'Urgonien des couches assez fortement redressées à l'Est.

Miocène. — Si l'on continue maintenant la coupe de la vallée de Novalaise, on voit, au-dessous des couches de marnes rouges, le Miocène qui débute ici par un banc de conglomérat grossier, dont une partie des éléments a été empruntée aux couches sous-jacentes qu'il ravine; ces couches contiennent quelques débris d'Huîtres et de Pecten *(P. præscabriusculus)* (2 à 3 mètres).

Au-dessus, on rencontre des bancs de grès grossiers assez épais, séparés par des couches plus tendres. Il existe dans ces grès de

[1] Ces couches, par leur couleur, ont donné sans doute son nom au petit hameau de Pierre-Rouge, près duquel elles sont bien développées.

nombreux restes de Lamellibranches, en particulier du *P. præscabriusculus*, qui y est très abondant. Ces couches, qui plongent à l'Est d'environ 15 degrés, se continuent jusque près du village de Gerbaix. C'est en général par ces grès que débute le Miocène dans le reste de la vallée ; ils reposent à l'Ouest sur le Néocomien. J'ai recueilli à Ayn, derrière l'église, *P. Gentoni*, *Cidaris avenionensis*. Ce sont ces grès qui sont exploités comme pierre de construction à la Bridoire.

On les retrouve, de l'autre côté du synclinal, fortement redressés, presque jusqu'à la verticale, reposant soit sur l'Aquitanien (Pierre-Rouge), soit sur l'Hauterivien, comme dans la coupe de la chapelle de Bon-Secours ; ils présentent quelques lits caillouteux et, comme fossiles, des dents de *Lamna* et des débris de Pecten *P. præscabriusculus*, *P. Gentoni*. Ils alternent avec des bancs de Molasse sableuse, verdâtre, avec dents de poissons assez abondantes et des bancs de poudingues à cailloux impressionnés, surtout calcaires, formés de roches du Néocomien et du Malm. Les dimensions de ces galets atteignent souvent celles de la tête.

Le centre de la vallée est occupé par des couches de Molasse sableuse beaucoup plus tendre, sans fossiles, en parfaite concordance avec les couches précédentes, bien visibles le long de la route de Novalaise à Lépin, près de Nances, au moulin des Golets, etc. C'est la Molasse sableuse du second étage Méditerranéen. Au Nord, elle a été entièrement recouverte par le Glaciaire et n'affleure plus que dans le lit des ruisseaux.

Près de la chapelle de Notre-Dame-de-Bon-Secours, la coupe rencontre à l'Epinette un ensemble de couches différant essentiellement de celles dont je viens de parler et que j'ai rapportées, dans une note publiée avec M. Révil, au Pontique[1]. Ce sont des grès sableux, jaunâtres, bien lités, surmontés par des couches argileuses, bleuâtres ou jaunâtres, dans lesquelles existent des lignites anciennement exploités dans deux galeries aujourd'hui comblées par les

[1] H. Douxami et J. Revil, Miocène de la vallée de Novalaise (*C. R. Ac. des sc. de Paris*, 17 juin 1895).

éboulis récents. Ces lignites et ces marnes ont fourni quelques restes de plantes très voisines des formes actuelles *Salix*, *Populus*. Au-dessus vient un banc de cailloux arrondis à patine ferrugineuse et, de nouveau, des marnes grisâtres et des marnes bleues où, grâce à quelques fouilles que M. Revil et moi avons fait exécuter, nous avons recueilli d'assez nombreux échantillons de fossiles parmi lesquels j'ai reconnu :

Helix Nayliesi, Michaud, forme Mio-pliocène, signalée dans les marnes de la Croix-Rousse et dans le Pliocène inférieur à Hauterives, Bas Nayron.

— **Chaixi**, Michaud, existe dans le Miocène supérieur depuis la zone à Nassa Michaudi, à la Croix-Rousse, à Hauterives et dans la Bresse.

— **Escoffierae**, Fontannes, espèce du Miocène supérieur du Bassin de Crest, jusqu'à présent a été exclusivement signalée dans le Miocène de la vallée du Rhône.

— **Delphinensis**, Fontannes, espèce Mio-pliocène, existe dans le Miocène supérieur et moyen.

— **Abrettensis**, Fontanes, Miocène supérieur récemment cité dans le Pliocène inférieur de la Bresse par M. Depéret.

Testacella Zellii, Klein, espèce Miocène et Pliocène.

Limnæa sp.

Sur ces marnes reviennent des couches de graviers avec lentilles de sables et bancs de grès jaunâtres intercalés, bien visibles tout le long de la nouvelle route de Novalaise à Saint-Sulpice ; on voit en particulier, avec la plus grande netteté, le passage latéral des bancs de cailloux aux bancs de grès. Certains de ces lits de cailloux, surtout à la partie supérieure, présentent des *roches cristallines*, en particulier des granites altérés. Ces couches sont ondulées par places et plongent même légèrement vers la montagne de l'Épine[1]. Cet ensemble superposé en complète discordance, sur les couches plus anciennes du Miocène moyen et inférieur, appartient bien aussi par sa faune au Miocène supérieur (Pontien) et ne doit pas être rapporté comme le voudraient certains

[1] Peut-être faut-il voir là une trace d'un affaissement postérieur au dépôt de ces couches et en relation avec la formation du lac d'Aiguebelette.

auteurs au Quaternaire ancien. Le Pliocène, s'il existait ici, serait situé à une altitude beaucoup plus élevée.

J'ai pu suivre ces formations au Sud jusqu'au delà de la butte de Nances : le château de Nances est bâti sur une petite colline entièrement formée par ces poudingues. Ils alternent avec quelques lits gréseux et plus au Nord de l'Épinette ; on les retrouve, par Marcieux, Verthemex, Meyrieux et Gerbaix (chemin derrière le cimetière), ce qui démontre que cette formation occupait une étendue beaucoup plus considérable encore et qu'il existait, dans la vallée de Novalaise à l'époque Pontienne, un lac s'étendant presque sur toute la vallée et où des torrents venus des chaînes émergées apportaient de nombreux débris.

Dans le reste de la vallée d'Aiguebelette, on ne trouve au-dessus de ces dépôts Tertiaires que du Pleistocène ; le Glaciaire y joue un rôle considérable. Il comprend parfois des dépôts assez particuliers formés de petits cailloux Jurassiques venus des chaînes voisines (Greyon). Comme partout, ces dépôts glaciaires ont donné naissance postérieurement à leur formation à des tufs superficiels ou de pentes, avec quelques coquilles et des feuilles d'arbres (*Aulne*). Ils sont bien développés, le long de la route de Novalaise au col du Mont-du-Chat et en bas de la colline de la chapelle Saint-Martin, où ils sont exploités actuellement.

Au Sud du lac d'Aiguebelette, les collines légèrement ondulées que l'on remarque dans la vallée, sont formées de Molasse marine à l'état de grès plus ou moins marneux, sensiblement horizontaux dans le centre de la vallée et se redressant fortement à l'Est, beaucoup plus qu'à l'Ouest. Les couches les plus élevées sont plus sableuses et sont identiques à celles qui constituent la Molasse de Pont-de-Beauvoisin. Elles forment une bande presque continue au centre du synclinal. Le long de la chaîne du Mont-Grelle, la Molasse qui affleure est beaucoup plus grossière et renferme de nombreux débris de coquilles *(P. præscabriusculus, Ostrea squarrosa)*. Elles reposent directement sur l'Urgonien ou l'Hauterivien suivant les points.

Au Sud, la grande plaine alluviale du Guiers interrompt brus-

quement les assises Tertiaires, dont on ne peut voir les relations avec les couches du synclinal voisin de Voreppe, qui vient se confondre avec celui de Novalaise, pour former le synclinal de Saint-Laurent-du-Pont.

Au Nord, c'est la vallée du Rhône ainsi que les dépôts Quaternaires des marais de Lavaur qui les interrompent, et on ne voit réapparaître que les dépôts inférieurs de la Molasse marine (val Romey), reposant presque partout sur les calcaires Urgoniens. Dans la partie septentrionale du val Romey, ou encore plus au Nord, dans la combe d'Evuaz, où les dépôts Miocènes ont été portés à une altitude de 1100 mètres[1], ils prennent un faciès particulier: ce sont des grès, vert noirâtre, assez calcaires, à éléments fins, souvent riches en *Bryozoaires* et en *Polypiers*, ressemblant beaucoup à l'assise n° 3 de la coupe de Saint-Martin-de-Bavel.

Synclinal de Chambéry, Saint-Jean-de-Couz. — A l'Est de la chaîne l'Épine-Mont-du-Chat, s'étend un nouveau synclinal Tertiaire, dans lequel nous aurons à distinguer plusieurs régions : au Sud, la vallée de Couz et son prolongement méridional ; au Nord, la vallée du Bourget et du Rhône ; je laisserai complètement de côté l'étude des terrains Tertiaires de la vallée du Rhône, pour le moment.

1° *Aquitanien.* — Dans la vallée de Chambéry et dans son prolongement méridional, la vallée de Couz, l'Aquitanien acquiert un certain développement: ce sont toujours des dépôts d'eau douce.

Sur le versant Est, au Pont-Saint-Charles, on voit ces formations d'eau douce présenter: à la base, des bancs d'un calcaire grossier grisâtre, contenant des fragments de calcaire plus ou moins arrondis (calcaires Néocomiens et quelques silex provenant des mêmes formations), alternant avec des bancs de poudingues calcaires et surmontés par des marnes rouges, bariolées, tout à fait caractéristiques. Ces dépôts ont la plus grande analogie avec les couches correspondantes de la vallée de Rumilly ou de la Plaine Suisse ; on y trouve quelques filonnets de gypse lamellaire. Ces

[1] C'est l'altitude maxima à laquelle on les rencontre dans le Jura méridional.

couches reposent, au Pont-Saint-Charles, sur l'Hauterivien ; plus loin, sur l'Urgonien. Dans les marnes rouges, on peut recueillir d'assez nombreuses formes de Mollusques terrestres *(Helix, Cyclostomes)*. Je citerai en particulier :

Helix Ramondi, Brgt., toujours de taille assez petite.
— **Corduensis**, Noulet[1].
— (**Parachlorea**) **Cadurcensis**, Noulet,
— **aff. Raulini**, Noulet (la forme générale de la coquille est un peu plus conique).
Cyclostoma (**Otopoma**) **Divionense**, Tournouer.

M. Hollande[2] y cite encore *Helix (Fruticicola) lepidotricha Braun* et *Helix (Coryda) rugulosa*, G. V. Martens.

Ces marnes peuvent se suivre, d'une manière presque continue, tout le long de la Hière, jusqu'à Saint-Thibaud-de-Couz ; sur la rive gauche du torrent, on les voit, près de la route qui conduit à Vimines, surmontées par des couches de Molasse grisâtre sans cailloux roulés, à éléments fins, qui appartiennent à la base du Miocène. Les couches de Molasse marine, à l'état de grès plus grossiers, quartzeux, avec débris de coquilles marines assez abondants, existent en effet plus haut.

Au delà de Chambéry, vers le lac du Bourget, j'ai également signalé l'existence de ces marnes bariolées tout à fait caractéristiques de l'Aquitanien dans la région, vers le Grand-Port, près d'Aix-les-Bains, où elles forment une bordure, à l'extrémité de la Chambotte, sur le bord du Sierroz : elles ne renferment là que des concrétions analogues à celles de Gerbaix, dans la vallée de Novalaise.

Sur le versant occidental de la vallée, la composition de l'Aquitanien est un peu différente : les conglomérats bréchoïdes de base sont beaucoup plus développés. Près de Vimines, au hameau de la Fougère, on voit, reposant sur l'Urgonien ou l'Hauterivien (calc.

[1] Ces Hélix qui appartiennent à des formes voisines de l'*H. Ramondi*, mais de taille plus petite, sont aussi très voisines de *Helix (Coryda) rugulosa* G. V. Martens qui existe également, d'après M. Hollande, dans ce gisement. Elles sont de taille un peu plus petite que la forme de l'Aquitanien à laquelle je les rapporte.

[2] D. Hollande, *loc. cit. Bull.* n° 49, p. 12, 1895.

jaune ferrugineux), un conglomérat, à éléments plus ou moins volumineux, de calcaires surtout Urgonien et Néocomien connu depuis longtemps sous le nom de *brèche de Vimines*. Elle a été rangée d'abord dans l'Éocène, puis dans l'Aquitanien.

Dans cette localité, autant que les éboulis et les cultures permettent de s'en rendre compte, cette brèche est surmontée immédiatement par les premières couches de la Molasse marine, à l'état de grès grossiers, avec débris d'Huîtres et de Pecten : *P. præscabriusculus*, *O. virginiana*, *O. crassissima* ; mais, si on se dirige un peu plus au Nord, on retrouve, au delà de Vimines, les marnes rouges bariolées, identiques à celles du Pont-Saint-Charles et, vers Saint-Sulpice ou sur le sentier du col de l'Épine, on voit au milieu de ces marnes rouges qui acquièrent là un développement considérable, s'intercaler des bancs de poudingues identiques à celui de Vimines; le tout est surmonté comme à Gerbaix par le conglomérat de base du Miocène, tout différent, à *Pectens* et à *Huîtres*. L'âge Aquitanien de cette brèche est ainsi démontré.

Ces bancs de brèche ont été rencontrés dans le percement du tunnel de Couz, du côté de la cascade, alternant avec des marnes rouges : j'ai déjà indiqué qu'on les rencontrait de l'autre côté de la montagne de l'Épine. On peut donc en conclure qu'il existait un vaste lac Aquitanien, s'étendant sur toute cette région, par dessus la chaîne de l'Épine dont quelques points seuls étaient émergés et soumis aux actions des agents atmosphériques qui devaient agir avec activité, comme le montre l'existence de ces brèches [1].

2° *Miocène*. — Les dépôts Miocènes de la vallée de Chambéry reposent tantôt sur l'Aquitanien quand ce dernier terrain existe (Saint Sulpice, ravin du Forézan, vallée de Couz) tantôt directement sur l'Urgonien (route du col du mont du Chat, Hautecombe), même sur l'Hauterivien (Vimines, col de l'Épine). Ils débutent en général par un conglomérat calcaire à éléments assez roulés,

[1] Cette brèche de Vimines est depuis longtemps exploitée comme marbre. Les parties les plus compactes sont en effet susceptibles d'acquérir un beau poli, ce qui les fait employer dans la région de Chambéry comme pierre d'ornement.

On a signalé dans la pâte (Abbé Chamousset, 1844), des restes de coquilles d'eau douce.

provenant des roches de la région, avec souvent des éléments remaniés de l'Aquitanien et quelques silex. Un grand nombre de ces galets ont été perforés par les pholades ainsi que la roche sous-jacente. Ils ont été signalés depuis longtemps près du Bourget le long de la route du mont du Chat et à Hautecombe. On s'est basé sur la présence de ces traces de pholades pour en conclure que la montagne de l'Épine et le mont du Chat étaient déjà émergés à cette époque, c'est-à-dire au Burdigalien. Je suis plutôt amené à ne voir là qu'un fait général de la transgression marine du premier étage Méditerranéen et à considérer la chaîne de l'Épine comme formant simplement un haut fond, recouvert bien certainement par les eaux marines, comme le prouve l'identité des formations Miocènes de la vallée de Chambéry et de Novalaise [1].

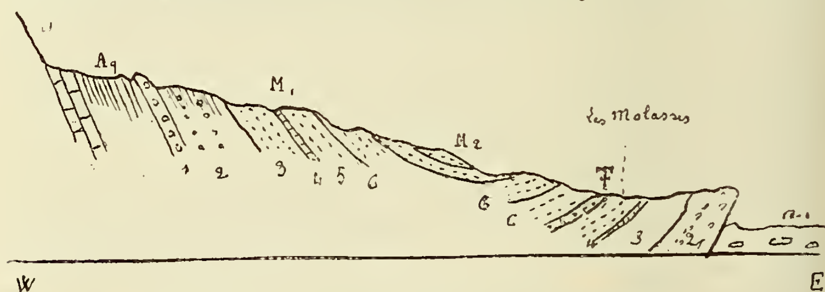


Fig. 23. — Coupe du Forézan près de Chambéry.

A*q* Aquitanien; M Molasse gréseuse à *P. præscabriusculus;* M² Molasse sableues jaune du 2e Etage; *a* Alluvions de la plaine de Chambéry.

Ce poudingue de base du Miocène, qui a été longtemps confondu avec le poudingue Aquitanien, s'en distingue par l'existence de ces galets perforés et par le ciment qui est molassique au lieu d'être calcaire et ferrugineux. Il contient enfin des restes de coquilles marines (Huîtres et *P. præscabriusculus* très reconnaissables). Au-dessus, on a une série puissante de bancs de grès, alternant avec des marnes et quelques bancs de conglomérat polygénique.

[1] La chaîne de l'Épine avait certainement déjà été ébauchée avant l'Aquitanien par les mouvements Est-Ouest qui ont affecté les Bauges pendant toute la période Nummulitique comme le prouvent les formations bréchoïdes de l'Aquitanien.

A la partie supérieure, le centre du synclinal présente des couches sableuses qui appartiennent au Miocène moyen (deuxième étage Méditerranéen).

Une coupe E.-W, prise le long du ravin du Forézan, près de Chambéry, permet de se rendre compte de l'allure et de la composition moyenne de ces formations marines du Miocène (fig. 23). L'on rencontre successivement, au-dessus de l'Aquitanien (marnes bariolées) fortement relevé :

1° Conglomérat de base, 1 mètre;

2° Bancs de Molasse marneuse, bleuâtre, alternant avec des bancs de grès grossiers, à petits cailloux de quartz et de porphyre rouge et vert ayant 1 à 2 mètres d'épaisseur. Ces couches, d'abord presque verticales, ne tardent pas à s'incliner, de moins en moins, quand on s'avance vers l'Est;

3° Au confluent des deux ruisseaux, on a un gros banc de molasse, gris-verdâtre, à grain fin, sans trace de stratification, atteignant 50 mètres d'épaisseur au moins et plongeant de 20 degrés vers l'Est, séparé par quelques couches de marnes molassiques (3 à 4 mètres) d'un second banc épais de Molasse gréseuse à grains fins;

4° Bancs de marnes bleues, alternant avec la Molasse grise ordinaire; un banc de marnes bleues supérieures présente une intercalation lenticulaire de poudingue polygénique; l'ensemble a une épaisseur d'une quarantaine de mètres;

5° Molasse sableuse, gris bleuâtre, contenant quelques galets de quartz et des poches de lignite (jayet) noir, compact[1]. Certaines parties plus gréseuses prennent des formes arrondies et souvent, au contact de deux bancs, on observe une surface ondulée, rap-

[1] Ces poches ou nids de jayet sont très fréquentes dans les couches de cette Molasse gris bleuâtre qui constitue le faciès le plus habituel du Miocène dans la région. On en a signalé à Oncin, Bissy, Cognin, Vimines où elles ont donné lieu à des tentatives d'exploitations naturellement improductives. Le lignite est fréquemment accompagné de pyrite (dont la présence s'explique facilement par la production de l'acide sulfhydrique dans la décomposition du bois), parfois assez abondante pour avoir été exploitée (Saint-Jean-de-Couz) et qui se décompose au contact de l'air en donnant des oxydes de fer qui colorent les couches de grès avoisinantes.

pelant les ripples-marks de Saint-Fons. On observe sur la rive droite une nouvelle intercalation de poudingue polygénique, formant un banc ayant 2 mètres d'épaisseur;

6° Bancs de Molasse sableuse, avec traces de lignites et poudingues (4 mètres) alternant avec des bancs de marnes bleues, intercalées. Les couches sont presque horizontales. Nous sommes là à peu près au centre du synclinal, et l'abrupt, qui se trouve sur la rive gauche du ruisseau, nous montre au-dessus d'un dernier banc de Molasse bleue:

75 mètres d'épaisseur.
- *a)* banc de sable légèrement jaunâtre, avec grès en boules.
- *b)* banc de marne bleue (1^m).
- *c)* Molasse sablonneuse, avec petits galets arrondis, roulés et des indices de stratification irrégulière de courants.
- *d)* Molasse gris verdâtre, s'effritant à l'air.
- *e)* Molasse sableuse, avec galets de grès, passant à des sables jaunâtres.

Les couches supérieures appartiennent au second étage Méditerranéen (Vindobonien).

En continuant de descendre le Forézan, on voit les couches se relever peu à peu vers l'Est, pour redevenir presque verticales; un peu après le hameau de Sur les Molasses, on retrouve une succession à peu près identique. D'abord, des bancs de Molasse sableuse, avec bancs de poudingue, l'un d'eux a plus de 10 mètres d'épaisseur, et des bancs ondulés, suivant les lignes de contact: les bancs gréseux sont exploités comme dalles. Après la première carrière, on rencontre, intercalé entre deux bancs de Molasse sableuse, un banc de grès grossier avec petits cailloux rouges et verts qui fait saillie et que l'on peut suivre dans toute la vallée, jusqu'au delà de Saint-Thibaud-de-Couz. Ce banc est très fossilifère. J'ai pu recueillir en grande abondance:

Lamna elegans, Ag.
— **contortidens**, Ag.
Lamna cuspidata, Ag.
Oxyrhina hastalis, Ag.

Oxyrhina sp.
Chrysophrys, sp. (voisin des dents figurées par Gervais. Paléontologie française, pl. 83, fig. 18, fig. 14-15 du Miocène de l'Hérault.
Pecten Tournali, M. de Serres.
Crocodile (Dent).
Côte d'**Halitherium**.

L'on retrouve au delà, les bancs de marnes bleues, alternant avec des bancs de Molasse grise et ordinaire (n° 4) et les deux gros bancs qui existent au confluent des deux ruisseaux, sur l'autre lèvre du synclinal. Une ancienne galerie de recherches du lignite a été creusée dans le banc inférieur.

Au delà commence la plaine d'alluvions de Chambéry. L'érosion quaternaire a complètement enlevé les couches inférieures et les dépôts Aquitaniens qui devaient prolonger ceux de Saint-Cassin et du Pont Saint-Charles jusqu'à l'alignement Voglans-Corbelet.

La présence constante, dans toute la vallée, à la base des dépôts Miocènes marins, soit d'un banc de conglomérat, soit de grès grossiers avec débris d'Huîtres ou de Pectens, est une preuve directe de la transgression marine au Burdigalien supérieur et, en même temps, une raison pour rapporter les dépôts de la vallée de l'Hiège qui surmontent immédiatement les couches Aquitaniennes, à la base du Miocène. Ce terrain serait ici, comme dans la vallée de Rumilly ou la Plaine Suisse, d'origine lacustre.

La coupe précédente montre en outre que l'axe du synclinal Tertiaire, qui suit sensiblement l'axe de la cuvette du lac du Bourget et de la vallée de la Couz, est très rapproché et parallèle à la chaîne de l'Épine-Mont-du-Chat; aussi la vallée actuelle de Chambéry, due aux érosions quaternaires des eaux venues de la Cluse de Montmélian, comprend, non seulement toute la partie orientale de ce synclinal, mais aussi une partie de celui de Rumilly-Aix-les-Bains.

Lorsqu'on s'avance vers le Sud, du côté de Saint-Thibaud-de-Couz, le Miocène, qui diminue beaucoup de puissance, comme l'a montré M. Hollande[1], reste toujours à l'état de grès grosser

[1] D. Hollande, *loc. cit.*, *Bull.* n° 49, 1895, coupe de Pierre-Rouge.

présentant quelques bancs de cailloux exotiques. On les voit reposer en complète discordance et sur les bancs du Sénonien et sur les couches Éocènes de la carrière Milloz à Saint-Jean-de-Couz. Les dépôts Tertiaires manquent complètement dans la partie très resserrée du synclinal, vers le tunnel, mais réapparaissent au delà des Echelles, pour former les dépôts puissants de la vallée de Saint-Laurent et de Voreppe. Ils sont peu développés sur le versant occidental de ce synclinal de Voreppe, ne formant que quelques lambeaux, reposant partout sur l'Urgonien: ce sont des couches dures, coquillières, fortement relevées contre la chaîne de la montagne de Raz : on les voit bien vers Miribel et dans le petit lambeau au Sud de Saint-Julien-de-Raz ; les dépôts Molassiques atteignent là presque le sommet de la chaîne. Celle-ci a été certainement recouverte par la mer de la Molasse marine. Ces dépôts se présentent à l'état de grès très grossiers, alternant avec des bancs marno-calcaires, avec de nombreux débris de Pectens et d'Oursins. J'y ai recueilli, à la butte de Martinet, entre le hameau Garel et celui de Voissant :

Pecten præscabriusculus, Font.
Pecten Restitutensis. Font.
Débris d'**Huîtres**, d'**Oursins** et de **Bryozoaires** dans les bancs durs.

Ces couches inférieures très caractéristiques affleurent également près de Voreppe, à la Mallossane, tout près des exploitations de sable et d'argile réfractaires Éocènes ; elles reposent sur l'Urgonien. Si on suit le chemin descendant de la route de Saint-Laurent au ravin de Pommiers (ravin de la Roize), on peut relever la coupe détaillée suivante (fig. 24) :

Au-dessus de l'Urgonien :

1° Bancs de Molasse gréseuse à *P. præscabriusculus*, fortement inclinés à l'Est (80 degrés environ) ;

2° Banc de Molasse sableuse, typique, identique à celle de Pont-de-Beauvoisin;

3° Banc de poudingue polygénique surmonté d'un nouveau

banc de Molasse gréseuse, assez dure, où l'on remarque d'anciennes exploitations au niveau de la route de Saint-Laurent ;

4° Série d'assises de Molasse sableuse, avec quelques lits de poudingues intercalés, contenant de nombreux débris d'huîtres de grande taille : *O. crassissima*, *O. gingensis*. Ces couches descendent jusque dans le lit du torrent et toujours assez fortement inclinées.

Après avoir traversé le torrent, en face le confluent de la

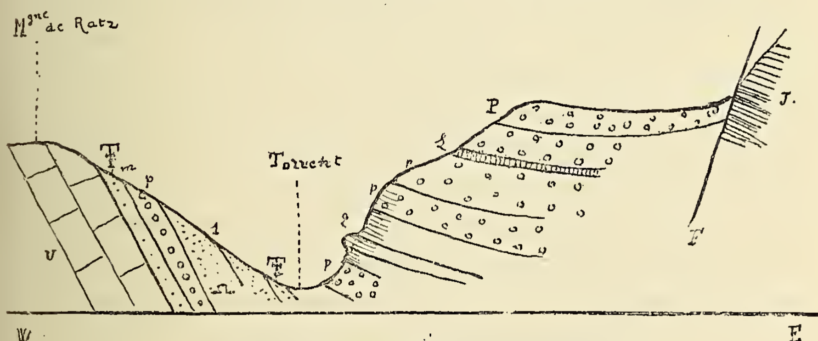


Fig. 24. — Coupe du ravin de la Roize.

J Jurassique marneux (Oxfordien) ; U Urgonien ; *m* Grès durs à *P. Præscabriusculus;* P Poudingues de Voreppe, marins à la base, saumâtres au voisinage du lignite L : 1 Molasse gréseuse et sableuse exploitée à *O. crassissima*, *O. gingensis;* 2 Molasse gréseuse intercalée ; P Poudingues lacustres (Pontien), avec lits sableux et marneux ; F. Faille.

Roize, et en remontant ce ruisseau, on voit une puissante masse de poudingues à cailloux exotiques, dont les éléments sont identiques à ceux des cailloutis Miocènes des plateaux du Bas-Dauphiné septentrional, des poudingues de la vallée de Chambéry ou de la plaine de Rumilly. Ce sont les célèbres poudingues de Voreppe. Ils affleurent également, sur une grande épaisseur, le long de la route de Saint-Laurent, avant le col de la Placette, et ressemblent d'une manière frappante à la Nagelfluh de la Plaine Suisse. Les cailloux calcaires sont impressionnés.

La Roize s'est creusé son lit dans cette masse de poudingues, qui se retrouvent sur les deux rives. Ils présentent quelques intercalations marneuses et gréseuses ; ces derniers bancs font généralement saillie. Les couches sont peu inclinées vers l'Est et ne tardent pas à devenir sensiblement horizontales, puis à quelques centaines

de mètres du confluent, se relèvent légèrement à l'Est et viennent butter en faille contre l'Oxfordien.

Cette coupe fort intéressante nous montre l'intercalation des poudingues à cailloux impressionnés, ici fortement cimentés, dès les couches de Molasse sableuse que je considère comme intermédiaires entre le premier et le deuxième étage méditerranéen. Ils forment des lentilles plus ou moins épaisses, intercalées au milieu des couches gréseuses. Ces intercalations sont encore bien visibles un peu au Sud de Voreppe. Là, les bancs de Molasse sableuse, plus fortement cimentées, forment des masses puissantes, exploitées depuis fort longtemps comme dalles, dans les célèbres carrières souterraines de Voreppe. On trouve abondamment dans les assises plus sableuses, comme l'a signalé depuis longtemps Ch. Lory. *O. crassissima* Lam (= *O. longirostris* Lamk.) *O. gingensis* Schloth.

Ces poudingues, qui ne se présentent ici que sous une épaisseur d'une centaine de mètres, s'élèvent beaucoup plus haut; on les retrouve un peu au Nord, depuis le fond de la vallée (660 mètres), jusqu'à une altitude de 1008 mètres.

Sur la rive droite du ravin de la Roize, se trouvent intercalés, au milieu de ces poudingues, des grès fins bien stratifiés et des argiles bleuâtres, avec une couche de lignites connus sous le nom de *lignites de Pommiers*.

L'ancienne exploitation est aujourd'hui complètement abandonnée; le puits de 160 pieds de profondeur la galerie horizontale qui débouche dans le ravin de la Roize et qui servaient autrefois à l'extraction du lignite sont aujourd'hui presque remplis d'eau et d'un abord très difficile [1]. Le lignite formait trois couches d'une épaisseur totale de 1^{m},20 et provenait, d'après Ch. Lory, surtout de débris de plantes marécageuses. Les marnes contiennent, ainsi que le lignite, des coquilles d'eau douce *(Planorbes Lymnées)* complètement écrasées et des restes de Mammifères; on a cité en particulier *Mastodon turicensis*.

[1] On voit encore les restes de deux sondages effectués, il y a deux ou trois ans, par la Compagnie des usines de Fourvoirie pour la recherche du combustible. On a signalé en outre *C. bidentatum*, Lam.

Dans les couches d'argiles et de sables fins supérieurs au lignite, on rencontre des *Cerithium tricinctum* Brocchi, espèce saumâtre très caractéristique des faluns de la Touraine, c'est-à-dire de la zone de Chimilin et d'Aoste à *Arca turonica* et *Ancilla glandiformis*, du Tortonien de la vallée du Rhône. L'identité des poudingues inférieurs ou supérieurs aux couches de lignites n'a d'ailleurs rien qui puisse nous surprendre, les matériaux qui les composent, ayant toujours la même origine, origine qui n'est influencée en rien par la nature des eaux (marines, saumâtres ou d'eau douce) où ils se déposaient. La dessalure des eaux, que nous venons de constater, au niveau des lignites de Pommiers, dont l'âge Tortonien est maintenant prouvé, ainsi que ce que nous savons se passer dans la vallée du Rhône, me portent à admettre que la partie supérieure des poudingues de Voreppe[1] est d'origine fluvio-lacustre et doit se rapporter au Miocène supérieur, au Pontien. Ils se rattacheraient donc bien comme le voulait Ch. Lory, aux cailloutis et conglomérats également Pontiens et d'eau douce de la plaine du Rhône, formant en particulier le signal de Baracuchet (937 mètres), par-dessus ou non la montagne de Raz déjà soulevée comme le Jura méridional à cette époque.

Lorsqu'on se dirige vers Saint-Laurent-du-Pont, la puissance des couches diminue beaucoup, mais, présente toujours la même composition (grès et poudingues). Ces couches sont bien visibles, en particulier le long du Guiers mort. On voit nettement cet ensemble reposer sur les marnes bariolées de l'Aquitanien, près de Fourvoirie, à l'entrée du Désert de la Chartreuse.

Au delà du Guiers mort et de l'ancien cône de déjection quaternaire de ce torrent, la Molasse à l'Est de Saint-Christophe entre deux Guiers, va rejoindre celle de la vallée synclinale de Couz et par suite de la vallée de Chambéry. Elle ne présente plus que de rares petits cailloux roulés d'origine lointaine ; elle rappelle tout à fait les couches de Molasse que j'ai décrites dans ces vallées.

Il en est de même du petit synclinal secondaire, de Saint-Chris-

[1] Il y en a encore une épaisseur de plus de 200 mètres au-dessus des lignites.

tophe-la-Grotte où j'ai trouvé, dans les couches inférieures (à l'état de grès grossiers), le *Pecten præscabriusculus*.

Synclinal de Proveysieux. — A la hauteur de Saint-Jean-de-Couz, comme je l'ai indiqué dans le premier chapitre de cet ouvrage, l'anticlinal Corbelet-Otheran se dédouble et donne naissance à un petit synclinal secondaire, celui de Corbel. Il se prolonge au Sud par celui du vallon des Courriers et le synclinal de Proveysieux, Sainte-Egrève et, au delà de l'Isère, vers Sassenage et Saint-Nizier.

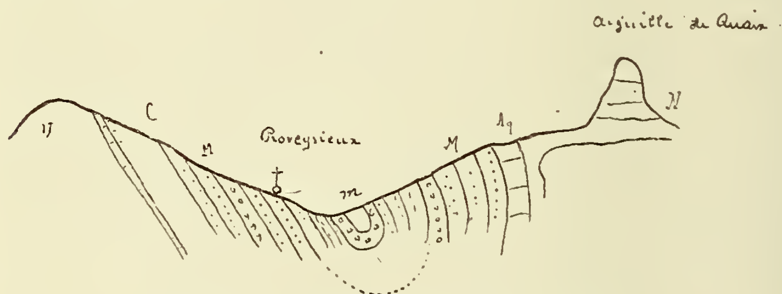


Fig. 25. — Coupe du synclinal de Proveysieux.

N Néocomien; U Urgonien; G Gault; C Craie; Aq Calcaire d'eau douce, Aquitanien à *H. Ramondi;* M Grès et Poudingues à *Pecten præscabriusculus; m.* Molasse sableuse jaune avec Poudingues (2e Etage).

Près de Proveysieux, ou plus exactement près de Quaix, il existe des dépôts Aquitaniens : ce sont des marnes verdâtres reposant, par un conglomérat à éléments Sénoniens, sur les sables et argiles bariolés de l'Éocène inférieur. Ces couches renferment l'*H. Ramondi*. Elles sont surmontées par les couches de la Molasse marine. Ch. Lory[1] a donné la coupe suivante du vallon de Proveysieux (Fig. 25).

Les dépôts Miocènes présentent là, dès la base, le facies caillouteux qui, dans la plaine du Rhône, n'envahit que le Miocène supérieur et la coupe précédente est une confirmation de l'observation que j'ai déjà faite plus haut (voir fig. 18). Le faciès caillouteux envahit des couches Miocènes d'autant plus anciennes

[1] Ch. Lory, *loc. cit.*

qu'elles sont plus orientales; plus exactement, plus voisines des Alpes.

Sur le versant occidental de la vallée, les assises inférieures de la Molasse marine, qui reposent en concordance sur les couches Sénoniennes, sont à l'état de grès bleuâtre, avec de nombreux débris de Pectens (*P. præscabriusculus*), elles sont bien visibles derrière Sainte-Egrève et le long de la route du col des Charmettes, près du pont sur le torrent. Elles sont identiques aux couches gréseuses d'Ayn, dans la vallée de Novalaise ou de la Bridoire; les bancs lenticulaires de Poudingues sont immédiatement au-dessus de ces assises ou bien alternent avec elles (sortie de Sainte-Egrève, descente du col des Charmettes). En d'autres points, comme près de Proveysieux, on voit sous le Glaciaire qui couronne la butte, sur laquelle est bâtie l'église, les poudingues alterner avec des Molasses sableuses, contenant des débris d'Huîtres et de Gastropodes. Ces poudingues contiennent fréquemment de petits lits sableux avec traces de lignite (route de Proveysieux). Ils deviennent de plus en plus prédominants, lorsque l'on se dirige au Nord vers les Charmettes. L'ensemble des dépôts Miocènes de la vallée de Proveysieux est d'origine marine et se rapporte au Burdigalien supérieur et au Miocène moyen.

Le petit lambeau de la combe de la Mollière, près de la Grande-Chartreuse, se présente également avec le même faciès; la Molasse sableuse y manque et on ne trouve plus que les couches de base, les autres ayant été enlevées par l'érosion.

Dans le petit val de Corbel, les couches Molassiques, qui ont subi de nombreux plissements secondaires, reposent à l'Ouest sur des couches de marnes bariolées Aquitaniennes ou sur le Gault (le Sénonien faisant défaut). Elles se présentent sous forme de grès verdâtres, à dent de squales; les parties supérieures deviennent beaucoup plus sableuses et ne présentent plus que des bancs de poudingues à petits éléments. On trouve dans les grès de nombreux gîtes de lignites (jayet), comme dans les assises inférieures de la vallée de Chambéry, avec lesquelles ces formations présentent la plus complète analogie. Dans le bas du ravin de Corbel,

on voit encore les restes d'une ancienne tentative d'exploitation de lignites ; ce synclinal de Corbel finit en pointe, un peu au delà du plateau des Egaux[1].

J'ai insisté à dessein sur ces synclinaux Molassiques de la Chartreuse, dont Ch. Lory avait déjà donné une description excellente, que je n'ai fait que compléter sur quelques points, à cause de l'importance qu'ils présentent pour l'étude des terrains Miocènes. Ce sont, en effet, les seuls points où nous verrons les poudingues à cailloux exotiques et à cailloux impressionnés commencer, pour ainsi dire, avec les premiers dépôts marins miocènes du Burdigalien à *P. præscabriusculus* et se continuer, en particulier dans la vallée de Voreppe, jusque dans le Pontien, pendant que les eaux marines s'éloignent peu à peu vers l'Ouest et sont remplacées d'abord par des eaux saumâtres (couches à *Cérithes* de Pommiers), puis lacustres, pour la partie supérieure de ces poudingues. L'identité parfaite de ces formations, depuis les couches marines à *O. crassissima*, jusqu'aux couches les plus élevées, ainsi que la présence, jusqu'à la fin du Tortonien[2], de couches marines ou saumâtres, expliquent parfaitement l'hypothèse de Ch. Lory, qui considérait comme marines et identiques aux poudingues de Voreppe, toutes les formations de cailloutis des plateaux du Bas Dauphiné septentrional ; elles sont, en réalité, d'âge plus récent et d'origine nettement fluvio-lacustre.

Ces poudingues de la vallée du Rhône sont comme ceux de Voreppe (qui sont simplement plus fortement cimentés), formés de cailloux parfaitement roulés de quartzites d'origine alpine, de roches exotiques (roches granitoïdes altérées, porphyres rouges et verts[3]), inconnues, pour la plupart, jusqu'à présent, dans les Alpes françaises, mais dont l'origine alpine n'est pas douteuse, étant

[1] Au delà de l'Isère, le prolongement méridional du synclinal de Proveysieux se trouve dans les petits lambeaux de Molasse de Sassenage et de Saint-Nizier, que l'on peut suivre jusqu'au village de Lans, toujours formés de Molasse gréseuse et sableuse.

[2] Et même dans la vallée du Rhône proprement dite, jusque dans la zone inférieure, saumâtre à *Nassa Michaudi* du Pontien.

[3] Dans une course que j'ai eu l'honneur de faire à Voreppe avec M. Kilian, celui ci m'a signalé un grand nombre de roches Permiennes et des galets de Spilite.

donnée la disposition des mers à l'époque Miocène. Ces poudingues contiennent en outre quelques galets de roches locales (Néocomiennes et Jurassiques) souvent, dans les couches marines, perforées par les pholades et des galets de calcaire noir impressionnés[1].

Les lignites de Pommiers, intercalés au milieu des poudingues marins ou saumâtres de la vallée de Voreppe sont donc tout différents, et comme âge, et comme origine, des lignites de la Tour-du-Pin avec lesquels, tous les auteurs les assimilaient jusqu'à présent. Ils se rapprochent beaucoup comme âge de ceux d'Ellg, Kâpfnach ou d'Œningen, en Suisse : la rareté des documents paléontologiques au point de vue des Mammifères empêche de donner un parallélisme plus exact. Le *Mastodon Turicensis* qui y a été signalé, en effet, ne correspond pas à un niveau bien précis du Miocène et présente une grande extension verticale.

Vallée du Rhône. — Au Nord du lac du Bourget, les dépôts Molassiques, qui constituent la cuvette de ce lac, sont interrompus par la grande plaine alluviale de Châtillon et ne forment plus qu'une mince bordure le long de la montagne de Cessens à partir de Chindrieux. Ils ne recommencent à ne prendre une certaine importance, au point de vue des affleurements, qu'à partir de la cluse du Fier. Ils affleurent en lambeaux plus ou moins morcelés sur les deux versants de la vallée du Rhône, qui, entre Culoz et Bellegarde, occupe sensiblement l'axe d'une vallée Jurassienne entre le Colombier de Culoz à l'Ouest, et la montagne du Gros-Foug et des Princes à l'Est.

Cette dernière chaîne disparaît, sous les dépôts Tertiaires et Quaternaires, un peu au Nord-Est de Seyssel, avant la vallée des Usses, dont les dépôts Tertiaires se relient d'une façon intime à ceux de la vallée du Rhône. J'ai déjà indiqué plus haut, que je voyais dans le chaînon de la Mantière, le prolongement de la chaîne du Gros-Foug.

[1] Ce caractère de *cailloux calcaires impressionnés* sur lequel Ch. Lory a le premier attiré l'attention en France, se retrouve fréquemment dans la plupart des poudingues (du Flysch, de l'Aquitanien de Lavaux près de Lausanne dans la *Nagelfluh* Miocène du Nord de la Suisse). Ces impressions sont dues à l'action dissolvante des eaux chargées d'acide carbonique, circulant par capillarité, entre les divers éléments du poudingue au moment de sa consolidation.

Les terrains Tertiaires de la vallée du Rhône et de la vallée des Usses, qui se relient, d'une part, aux dépôts du Jura méridional de Savoie, et d'autre part, aux dépôts Tertiaires de la vallée de Rumilly et des environs de Genève, par suite de la Plaine Suisse, ont déjà donné lieu à de nombreuses notes de MM. Renevier, Benoit et A. Favre.

L'Aquitanien en particulier y est bien développé et présente une composition un peu variable suivant les points. Près de Bellegarde (perte du Rhône), au-dessus du Gault et de l'Aptien, on a des marnes bariolées[1], identiques à celles que j'ai décrites dans la vallée de Chambéry, reposant tantôt sur l'Aptien, tantôt sur le Gault. Elles avaient d'abord été rapportées par M. Renevier[2] au Crétacé, puis avec MM. de Mortillet et Benoit à l'Aquitanien. Ces marnes sont directement surmontées par la Molasse marine qui débute en ce point par des assises sableuses, alternant avec trois bancs de grès grossiers renfermant de nombreux débris organisés, j'ai pu y recueillir les formes suivantes :

Nombreuses dents de **Squales** : **Lamna dubia**, Ag.
— — **Lamna contortidens**, Ag.
Ostrea palliata, Goldf. (**O. Granensis**, Font.).
Ostrea virginiana, Mayer (petite forme ancestrale de **O. crassissima**).
Pecten præscabriusculus, Font.
Pecten carriensis, Gouret, forme de Carry (Bouches-du-Rhône).
Pecten opercularis, Lamk.
Cerithium papaveraceum, Basterot ?
Cardita sp, **Cytherea** sp.
Venus Brocchii.
Nombreuses valves de **Balane**.

qui caractérisent le premier Etage méditerranéen, le Burdigalien supérieur. Certaines couches de Molasse fine forment des bancs de grès puissants exploités.

Lorsqu'on descend la vallée du Rhône, creusée en grande partie

[1] Il y a souvent entre l'Aquitanien et les terrains Secondaires des grès quartzeux, blancs ou bruns que j'ai rapportés plus haut à l'Éocène inférieur.

[2] E. Renevier, *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*, 1854.

en forme de cañon dans les calcaires Urgoniens, à Challonges, au-dessus des sables blancs imprégnés d'asphalte de l'Éocène inférieur, l'Aquitanien débute par un conglomérat d'une épaisseur de 20 centimètres à 1 mètre à éléments peu roulés pouvant atteindre un volume de 1 mètre cube. Ces poudingues ravinent profondément les couches Urgoniennes; ils descendent jusqu'à 40 mètres au-dessous du niveau actuel du Rhône et un peu à l'Ouest du lit actuel, montrant que ces dépôt aquitaniens fluviolacustres étaient en relation avec un cours d'eau tout différent du fleuve d'aujourd'hui. Les éléments sont des calcaires Urgoniens et Jurassiques avec quelques silex : ils paraissent provenir surtout du Reculet et du Vuache déjà ébauchés avant l'Aquitanien. Au-dessus, on a des bancs de marnes bleues et de Molasse d'eau douce gris bleuâtre, assez compacte, rappelant les couches de la Molasse de la plaine de Genève et présentant quelquefois des lits de cailloux. Elles contiennent avec des fossiles remaniés du Jurassique comme *Rhynchonella arolica* Masch. de l'Oxfordien, des ossements de Mammifères. J'y ai trouvé :

Dremotherium sp. (Musée de Chambéry).
Rhinoceros (Acerotherium) minutus, Cuv. (Musée de Chambéry).
Tapirus Helveticus, H. von Meyer.
Tapirus, sp.
Hyotherium, sp.
Débris de **Tortues** [1] et de Crocodiles.

Ces marnes et le poudingue ravinent très nettement les calcaires Urgoniens comme on peut le constater dans la coupe de la carrière située derrière la maison d'habitation, à l'exploitation d'asphalte, dirigée par M. L. Berthet. Un peu plus loin, à l'endroit même où j'ai recueilli les débris du Tapir, on peut relever la coupe suivante (fig. 26). L'on voit, au-dessus des couches de marnes bleues, un banc de Molasse gris bleuâtre, très dure, sans fossiles et beaucoup plus haut encore les couches de Molasse sableuse, jaune marine, et les bancs de grès à dents de squales du Burdi-

[1] L'étude paléontologique de ces Mammifères aquitaniens sera donnée un peu plus loin.

galien qui forment la partie supérieure des collines qui bordent le Rhône jusqu'au delà de Bellegarde. La coupe est la suivante :

1° Calcaire Urgonien, compact, descendant jusqu'au Rhône; il affleure également sur l'autre rive du fleuve et présente de belles traces des érosions successives du fleuve;

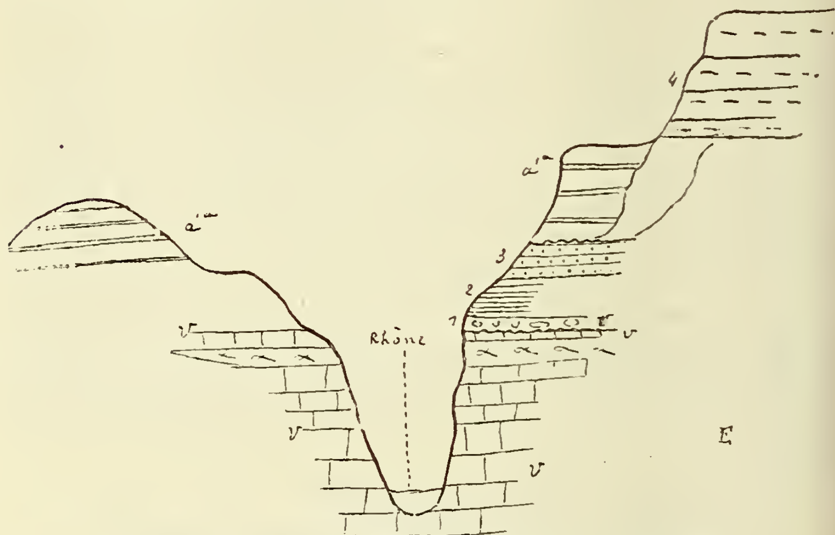


Fig. 26. — Coupe du Rhône à Pyrimont (mines d'asphaltes).

U Urgonien avec le 9e banc d'asphalte (α) et qui se retrouve sur la rive droite du Rhône; 1 Poudingue aquitanien de base en discordance sur l'Urgonien; 2 Marnes bleues avec Mammifères; 3 Molasse gréseuse gris bleue (Miocène inférieur); 4 Grès et sables marins à *P. Præscabriusculus; a*[1a] Alluvions anciennes.

2° Banc d'asphalte qui se retrouve au même niveau de l'autre côté du Rhône jusque sous la pente butte alluviale. C'est le seul des neuf bancs d'asphalte exploités qui traverse le Rhône. Les huit autres s'arrêtent brusquement à la vallée. L'épaisseur de ces bancs qui finissent en pointe vers l'Est, augmente à mesure que l'on s'adresse à des bancs plus profonds. Les bancs d'Urgonien compact, non crayeux comme celui exploité qui les séparent sont très fissurés et toutes les fissures sont remplies par l'asphalte ;

3° Nouveau banc de calcaire Urgonien compact;

4° Poudingue Aquitanien de base 25 à 50 centimètres d'épais-

seur (les sables Éocènes manquent ici, mais existent tout près de là, dans la tranchée du chemin de fer) ;

5° Banc de marnes bleues avec débris de Mammifères ;

6° Banc de Molasse gris bleu, plus ou moins épaisse, très dure sans fossiles (Miocène inférieur) ;

7° Paquet d'alluvions du Rhône, stratifiées (contenant quelques micaschistes et surtout des quartzites et des calcaires). Ils se retrouvent de l'autre côté formant la petite butte de la rive droite et en un grand nombre de points de la tranchée du chemin de fer entre Pyrimont et Injoux ;

8° Molasse sableuse jaune (Burdigalien sup.) ;

9° Banc de grès à dents de squales et *P. præscabriusculus* (Burdigalien sup.). C'est encore au-dessus et un peu plus loin que se trouvent les bancs puissants de grès qui affleurent à la gare de Seyssel et le long du Rhône.

Les couches de Molasse gris bleuâtre comprises entre les couches Aquitaniennes et les premières assises marines se rapportent donc probablement au Miocène inférieur, au Langhien des géologues Suisses. Cette remarque se trouve encore confirmée par les coupes que l'on peut relever le long de la ligne du chemin de fer de Bellegarde à Seyssel avant la station de Pyrimont. On voit, en effet, par exemple près du passage à niveau, des sables blancs ou verdâtres avec quelques galets roulés de quartz de l'Éocène inférieur surmontés par des marnes rouges panachées de l'Aquitanien et au-dessus de ces dernières assises une série de bancs de Molasse de couleur grise alternant avec des bancs de Molasse tendre avec galets marneux et rognons de calcaires ou bancs marno-calcaires. C'est au-dessus que commencent les premiers bancs de grès grossiers à dents de squales débris d'*Ostracés* et de *Pectens* si caractéristiques de la Molasse à *P. præscabriusculus* du Burdigalien supérieur.

Tout le long de la montagne du Gros Foug, l'Aquitanien forme une bordure presque continue et repose tantôt sur l'Urgonien, tantôt sur le Gault (Blinty, Châteaufort). Au-dessus de Ruffieux, on peut observer les marnes bariolées Aquitaniennes surmontées de

bancs de Molasse grise avec débris de plantes rappelant tout à fait l'aspect de la Molasse d'eau douce de la Plaine Suisse : une partie des couches considérées par Benoit (feuille de Nantua) comme Molasse marine, doit donc être plutôt rapportée au Miocène inférieur lacustre.

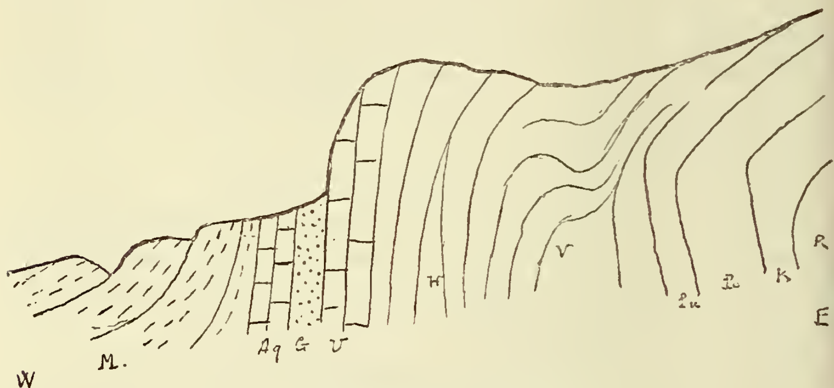


Fig. 27. — Coupe du Val du Fier (Châteaufort).

R Récif corallien; K Kimmeridien; P Purbeck; V Valenginien; H Hauterivien; U Urgonien; G Gault; Aq Calcaire oolithique lacustre Aquitanien; M Molasse marine à *P. Præscabriusculus.*

Ces dépôts présentent d'ailleurs quelques variations ; c'est ainsi qu'à Châteaufort, à la sortie du val du Fier, l'Aquitanien qui repose sur le Gault fossilifère (fig. 27) est à l'état de *calcaire lacustre oolithique* et est directement surmonté par la Molasse marine qui se présente en gros bancs de grès molassiques presque horizontaux à stratification peu apparente, identiques à ceux de la vallée de Rumilly, de l'autre côté du Gros Foug. On retrouve ces calcaires Aquitaniens intercalés dans les marnes bariolées plus au Nord, dans la vallée des Usses et renferment là *Helix (Coryda) rugulosa* G. V. Martens.

Dans le prolongement septentrional du synclinal de Bellegarde, dans la vallée de la Valserine, les dépôts Aquitaniens n'existent plus et la Molasse marine existe seule. Elle repose à l'Ouest sur l'Urgonien et vient buter en faille contre le Jurassique supérieur. C'est un calcaire plus ou moins gréseux, gris bleuâtre, grumeleux, avec

des parties plus gréseuses et micacées ; l'aspect est un peu différent de celui des dépôts de la plaine de Bellegarde. Quelques bancs présentent de nombreux *Bryozoaires*. Je rapporte également à ces couches Burdigaliennes des sables légèrement quartzeux jaunâtres, reposant sur l'Urgonien dans le Nord de la Combe de Mijoux dans le vallon des Dappes.

Synclinaux tertiaires du Nord du Jura. — Il existe une distance assez grande entre les dépôts Miocènes que je viens d'étudier, dans la vallée de la Valserine ou de la combe d'Evuaz, et les lambeaux Tertiaires qui existent plus au Nord au delà de Morez. Il est difficile de les rejoindre entre eux d'une manière certaine. Leur étude nous fournira cependant des renseignements précieux sur l'extension de la mer Miocène dans cette région. Passons rapidement en revue les petits lambeaux Tertiaires des environs de Saint-Claude :

Aux *Bez*, M. l'abbé Bourgeat[1] a signalé des bancs à *O. crassissima* reposant sur l'Urgonien inférieur perforé ; au-dessus, un poudingue calcaire correspondant à la transgression marine du second étage méditerranéen et des grès micacés appartenant encore au second étage.

Dans la combe de *Grand Vaux*, il existe, près de l'abbaye et aux Mussillons, deux petits lambeaux de Molasse marine à l'état de grès blanc jaunâtre, à texture lâche, à ciment calcaire avec nombreuses taches rougeâtres. On trouve dans ces couches très fossilifères, avec des fossiles remaniés, du Gault et quelques silex, de nombreux bivalves et des Bryozoaires ; ils reposent en couches presque verticales sur l'Urgonien ou l'Hauterivien. J'y ai recueilli:

Sphærodus sp.
Turritella sp.
Pecten præscabriusculus. Font. très net.
— **stalzanensis**, Mayer.
— **subbenedictus**, Font.
Ostrea granensis. Font.
— **caudata.** Munst. in Goldf.
Cardium, **Cytherea**, **Retepora**, **Membranipora**, **Tubipora**, etc.
Echinolampas hemisphericus. Ag.

Je considère ces couches comme représentant le premier

[1] L'abbé Bourgeat, Quelques observations nouvelles sur les Lapies, le Glaciaire et la Molasse dans le Jura *(B. S. N. F.*, 3e série, t. XXIII, p. 414, 1895).

étage méditerranéen et comme inférieures aux couches des Bez [1].

Des dépôts Miocènes du même âge s'observent encore près de *Charbonny* à *Foncines*, *Fort du Plasne :* la Molasse est ici franchement gréseuse. Dans cette dernière localité M. Girardot a donné la coupe suivante :

Dans un pli de l'Urgonien, Molasse jaune très grossière avec :

Pecten Gentoni, Font.
— **præscabriusculus**, Font.
— **subbenedictus**, Font.
Pecten solarium, Goldf.
— **Restitutensisis**, Font.
Ostrea virginiane, Goldf.

surmontées par des couches encore plus détritiques avec :

Balanus tintinabulum, L.
Venus umbonaria, Lam.
Pectunculus stellatus, Gm.
Psammechinus dubius, Ag.

qui représentent l'Helvétien H. de Mayer, c'est-à-dire nettement le premier étage méditerranéen.

On peut encore relever quelques petits lambeaux de Molasse marine gréseuse près de la Chaux-Neuve, et dans la vallée du Doubs, près de Sanageois. La coupe du vallon des Verrières situé un peu plus au Nord est beaucoup plus complète, et va nous présenter des couches d'âge différent de celles que nous venons d'étudier. Dans l'état actuel de nos connaissances, c'est le lambeau de Molasse marine le plus septentrional du Jura. Ces dépôts ont été bien étudiés par M. Dollfuss [2], d'après les observations de cet auteur et celles que j'ai pu faire dans cette région, on voit nettement aux Verrières Françaises, la Molasse marine inférieure à :

Pecten præscabriusculus [3], Font.
Ostrea crassissima, Lam.
Echinolampas scutiformis, Ag.

[1] Le faciès calcaire, ainsi que la présence des couches à *Bryozoaires*, *Polypiers*, *Ostracés*, s'expliquent facilement par l'existence sur toute la région d'une mer peu profonde. Le Jura avait subi, avant l'Aquitanien, des mouvements lui ayant donné un certain relief et ébauché les plis des Hautes Chaînes et, sur ce haut fond calcaire, les dépôts sont naturellement plus calcaires que dans la plaine Suisse qui, d'ailleurs, est plus rapprochée des Alpes d'où provenaient, en grands partie, les matériaux.

[2] G. Dollfuss, Quelques nouveaux gisements de terrains Tertiaires dans le Jura, près de Pontarlier. *(B. S. G. F.*, 3e série, t. XV, p. 179, 1887.)

[3] M. Dollfuss cite en outre de ces couches : *Pecten scabrellus* = *P. præscabriusculus* *Ostrea edulis*, L, var. *O. Boblayi*, Desh. *Brissopsis Nicoleti*. Desor, *Tethya lyncurium*, Lk. *Fasciculipora*, *Membranipora*.

reposer par un poudingue calcaire, indice de la transgression marine du premier étage méditerranéen, sur les calcaires Urgoniens ; elle est surmontée par des assises de Molasse sableuse du Miocène moyen, et la série se termine par des couches calcaires à *Helix sylvana*, *H. Larteti*, *Helix ehingensis* du Vindobonien supérieur, qui se rattachent aux couches Œningiennes du Locle et de la Chaux-de-Fonds.

Au Nord (coupe au Moulin des Boîtes, tranchées du chemin de fer), en-dessous de la Molasse marine, l'on constate la présence de marnes grises avec grosses poupées de calcaires blanches à *Melania Escheri*. Nulle part on ne constate, comme l'admet M. G. Dollfuss, la présence des couches à *P. præscabriusculus*, *au-dessous* de ces dernières assises ; aussi la succession que j'admets, dans le val des Verrières, est-elle la suivante :

Burdigalien (Miocène infér.).	inf. Marne grise à **Melanoïdes Escheri**. sup. Molasse marine à **P. præscabriusculus**.
Vindobonien (Miocène moyen).	**Helvétien** s. str. Molasse sableuse. **Tortonien**. Marne calcaire à **Helix sylvana**.

Cette succession se trouve d'ailleurs parfaitement vérifiée, comme je l'ai montré[1], au val de La Chaux près Sainte-Croix ; une coupe N.-W., S.-E. passant par la fontaine des Arraudes et Francastel nous montre la série suivante :

Sur l'Urgonien fortement redressé, on a l'Aptien et l'Albien marneux fort réduits et une série complète des couches Tertiaires depuis l'Aquitanien jusqu'au Miocène supérieur. Les couches Aquitaniennes renferment, avec des fossiles remaniés du Néocomien (*Rhynch. multiformis*), *Helix (macularia) Eckingensis* Sandh. Ces couches sont ici à l'état de marnes rouges, tandis que vers Noirvaux elles sont à l'état de brèche calcaire[2], à éléments Crétacés

[1] H. Douxami, Le Tertiaire des environs de Sainte-Croix (Jura Vaudois) (*Eclog. géol Helvet.*, IV, p. 418, 1896).

[2] Comme je l'ai indiqué (*loc. cit*), cette brèche Aquitanienne à ciment rougeâtre est identique à la brèche de Vimines, près Chambéry et à la brèche de Narlay, près de Champagnole (E Feuille de Lons-le-Saulnier). Cette brèche n'est donc pas Miocène et marine, comme le présume M. l'abbé Bourgeat.

et Jurassiques, indiquant bien un certain relief dans le Jura, avant l'époque Aquitanienne. Les marnes intercalées dans cette brèche m'ont fourni *Helix (Fruticicola) leptoloma* Braun *var. subapicalis* Sandb. et *H. (Galactochilus) ehingensis*, Klein.

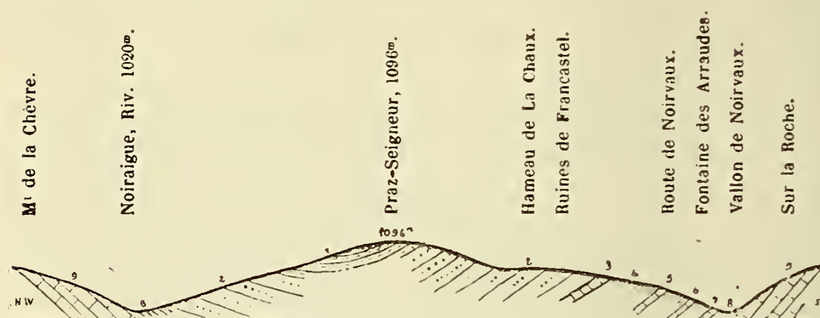


Fig. 28. — Profil du Bassin de La Chaux. — 1 : 12 500.

2e *Etage.*	1. Sables gris à dents de Squales. 2. Grès à Bryozoaires.
Burdigalien	3. Conglomérat de base.
Langhien	4. Marnes et calcaires lacustres. 5. Banc à *Melania Escheri*. 6. Calc. à *Planorbis*, *Unio*, etc.
	7. Marnes rouges bariolées aquitaniennes.
	8. Argiles sableuses (Gault et Aptien).
	9. Calcaire blanc compact (Urgonien).

Les couches lacustres, comprises entre l'Aquitanien franc et la Molasse marine à *P. præscabriusculus* du Burdigalien supérieur sont identiques aux couches à *Melania Escheri* Merian du val des Verrières et présentent les mêmes poupées de calcaire blanc. Elles renferment ici :

Melania Escheri, Merian.
Melania spina, Dunk.
Archaeozonites subangulosus, Reuss.
Helix (Fruticicola) leptoloma, Braun.
Helix (Galactochilus), Ehingensis, Klein.
Helix (Pentatœnia) moguntina, Desh.
Limnæa pachygaster, Thomae.
Limnæa urceolata, A. Braun.
Planorbis declivis, A. Braun.
Planorbis cornu, Brongt.
Unio flabellatus, Goldfuss.
Neritina, sp.

Écailles et dents de *Poissons*, débris de *Tortues* et de Mammi-

fères *(Rhinocéros)*. Cette faune renferme à la fois des formes de l'Aquitanien supérieur et du Langhien des géologues suisses. Ces couches correspondent aux couches à *H. ehingensis* des environs d'Ulm, intermédiaires entre l'Aquitanien et le Miocène.

Les couches Miocènes qui les surmontent renferment :

1° Conglomérat de base :

Pecten præscabriusculus, Font.
— **sub-Holgeri**, Font.
— **Tournali**, M. de Serres.
Cidaris Avenionensis, Des.
Psammechinus dubius, Ag.

qui caractérisent nettement partout le Burdigalien supérieur.

2° Grès rappelant ceux de la zone de Saint-Fons, près Lyon, avec banc marneux à *O. crassissima*, intercalé à Suvagny ; nombreuses dents de Squales et Bryozoaires, des restes de Vertébrés (dent de *Crocodile*, côte d'*Halitherium*, défense de *Dinotherium*, *Hyotherium* sp., *Myogale* sp.) et *Balanus* sp. *Callianassa aff. minor*, Fischer, espèce de la zone de Saint-Fons [1].

Et enfin, sur toute la surface du vallon, on ne trouve plus, comme dépôts Tertiaires, que des cailloux roulés, d'origine alpine (quartzites, roches granitoïdes altérées), que j'ai rapportées au Sicilien, c'est-à-dire au Pliocène supérieur. Ils sont en relation avec l'existence de glaciers alpins (1re glaciation de MM. Penk et Dupasquier), dans le voisinage de Sainte-Croix. Ces dépôts atteignent ici une altitude de 1096 mètres.

Dépôts Tertiaires du Jura Neuchâtelois et du Jura Bernois. — Les terrains Tertiaires du Jura Suisse se rattachent également à la fois aux dépôts de la Savoie et à ceux de la Plaine Suisse. Les études récentes de M. L. Rollier [2] sont venues préciser nos connaissances à ce sujet, en particulier pour le Jura bernois.

[1] J'ai vu au musée de Lausanne des dents d'*Hipparion gracile*, venant du vallon de Noirvaux, ce qui tendrait à indiquer qu'il y aurait eu dans cette région des dépôts du Miocène supérieur, enlevés ensuite par érosion.

[2] Rollier, Etude stratigraphique sur les Terrains Tertiaires du Jura Bernois; partie méridionale *(Arch. Sc. phys. et natur. de Genève*, 3e période, t. XXVII, p. 313, 1892), partie septentrionale *(Arch. Sc. phys. et natur. Genève*, 3e période, t. XXX, p. 105, 1893.) — Structure et Hist. Géol. Jura central *(Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, liv. VIII, 1er supplément, 1893).

Entre Bienne et Délémont, on constate, dans les vallons de Saint-Imier, Tavannes, Petit-Val, Bellelay, Tramelan, Moutier, Courrendlin, Vermes, la succession suivante des terrains Tertiaires :

Reposant, tantôt sur le Crétacé inférieur, tantôt sur les étages supérieurs du Jurassique : 1° des Bolus et des sables vitrifiables (en général inférieurs), remplissant les poches du calcaire et recouverts, comme à Moutier, par un calcaire lacustre Éocène à *Succinea Rollieri*, Maillard, *Limnæa longiscata*, Brgt, *Sphærium Maillardi*, Locard, *Sphærium Studeri*, Locard.

Il semble y avoir une lacune pour les dépôts Tongriens correspondant à la mer venant du Bassin Alsatique qui n'a pas dépassé au Sud Délémont.

2° Calcaires et marnes lacustres subordonnées, présentant partout les formes caractéristiques suivantes :

Helix Ramondi, Brgt.	**Limnæa subullata,** Sandb.
— **Moroguesi,** Brgt.	**Planorbis cornu,** Brgt.
Limnæa pachygaster, Th.	— **declivis,** Braun.

C'est l'Aquitanien franc, correspondant au Délémontien des géologues suisses.

3° Ces couches sont recouvertes de Marnes sableuses grises, avec quelques rares bancs de calcaires, présentant en certains points le *Cinnammomum polymorphum*, et *C. Scheuchzeri* si caractéristiques de la Molasse grise des environs de Lausanne et qui représentent la base du Miocène, ici comme à Lausanne, à l'état de dépôts lacustres. On peut la suivre jusque vers Mayence, ce qui indiquerait dans cette région, une communication plus ou moins directe, à cette époque, du Bassin helvétique et du Bassin de Mayence;

4° Les premiers dépôts marins sont constitués par des grès coquilliers *(Muschelsandstein)*, identiques à ceux de la Plaine Suisse, avec les mêmes dents de *Lamna* et des fossiles peu déterminables. le *P. præscabriusculus* y est cependant toujours facilement reconnaissable. Ils représentent le Burdigalien supérieur. La mer, venue du Nord-Est, a envahi peu à peu cette région, ne dépassant pas Moron et le Noirmont, aux Franches-Montagnes. Elle allait

rejoindre, par les dépôts du Jura Français, la mer du premier étage Méditerranéen qui recouvrait tout le Jura méridional et la partie occidentale de la vallée du Rhône.

5° Après le dépôt des premières couches marines, les mouvements concomitants de la transgression marine du second étage Méditerranéen, que nous avons constatée dans la vallée du Rhône et dans le Bassin de Vienne, ont eu aussi un retentissement dans la région Jurassienne. C'est ainsi que, dans le val de Délémont, les dépôts marins Helvétiens s'étendent plus au Nord que les dépôts Burdigaliens et viennent recouvrir le calcaire Aquitanien perforé par les pholades. D'une manière générale, le Muschelsandstein est partout recouvert par une formation de *poudingues polygéniques à galets alpins* (qui vont au Nord jusqu'à Sorvilier) et à galets jurassiens. Ce sont de gros galets avec trous de pholades et des galets calcaires impressionnés indiquant bien une nouvelle transgression marine ; elle a amené jusqu'au voisinage des Vosges et de la Forêt-Noire des galets d'origine alpine [1]. Ces poudingues reposent en certains points sur les couches de calcaires Jurassiques. Ils sont surmontés par des sables, ou Molasses feuilletées, micacées, encore marines [2] et qui passent peu à peu aux sables à *Dinotherium (Dinoth. Bavaricum*, v. Meyer), ou aux marnes rouges et calcaires lacustres supérieurs de l'Œningien qui renferment :

Helix inflexa, Klein.
— **moguntina**, Desh.
— **Renevieri,** Maill.
Planorbis cornu, Brgt., var.
Succinea minima, Klein.
Limnæus subpereger, Maillard.

de la partie supérieure du Miocène moyen. La mer s'est, déjà au Tortonien, retirée dans la Suisse orientale et dans la vallée du Rhône, proprement dite :

Au pied du Jura Bernois, on ne trouve que des lambeaux du terrain Aquitanien, tout le reste des dépôts Tertiaires ayant été enlevé par l'érosion et n'existant qu'au Sud du lac de Bienne, où l'on

[1] Les galets vosgiens ne dépassent pas Sorvilier au Sud.
[2] On a signalé en particulier *Cerithium crassum*, ce qui indique une dessalure progressive.

retrouve la Molasse grise de Lausanne et le grès coquillier bien développé.

Le val de Délémont nous offre une succession très complète des terrains Tertiaires du Jura Bernois ; c'est en effet le point le plus méridional atteint par le Golfe alsatique Tongrien. C'est ainsi qne l'on rencontre successivement :

1° Marnes calcaires surmontant les dépôts de fer pisolithique et renfermant :

Chara helicteres, Brgt.
Ch. siderolithica, Greppin.
Chara Greppini, Heer.
Planorbis rotundatus.
Lymnæa longiscata, Brgt.
Crocodilus Hastingsianus, Owen.

et un peu plus haut le **Palæotherium medium**. Cuv. du gypse de Montmartre.

2° Formation marine *Tongrienne* (calcaire marin et gompholite);

3° Grès de Develier, avec flore d'Aarwangen et d'Eriz *(Aquitanien)* ;

4° Marnes à *Melania Escheri (Langhien)*;

5° Grés coquillier contenant déjà, à la partie supérieure, des plantes de la Molasse d'eau douce supérieure (dépôt à Mammifères de Vermes) avec *Anchitherium aurelianense*, *Palaeomeryx Bojani*, *P. minor*, *Lagomys Meyeri*, *Didelphis Blainvillei ?*, du Miocène moyen.

A la Chaux-de-Fonds, au Locle, on trouve également, au-dessus du Burdigalien à *P. præscabriusculus*, une série de marnes bigarrées, rappelant les marnes Aquitaniennes, avec intercalations gypseuses et d'eau douce, contenant quelques ossements. Elles se terminent par des couches ligniteuses, avec amas de cailloux roulés calcaires, d'orgine locale.

Vallée de Rumilly. — Les dépôts Tertiaires des environs de Bellegarde, qui se rattachent d'une part, grâce aux petits lambeaux isolés du Jura méridional, aux dépôts Tertiaires du Jura central et méridional se rattachent également, par les dépôts Tertiaires des Usses, à ceux de la plaine de Rumilly et par suite, de la plaine de Genève et de la Plaine Suisse.

Les dépôts de la plaine de Rumilly, qu'il me reste maintenant à

étudier, vont présenter encore plus accentués que dans la vallée de Chambéry qui est un peu plus occidentale, des caractères de transition très nets avec les dépôts de la Plaine Suisse proprement dite.

Les terrains Tertiaires de cette grande vallée, qui s'étend entre le Semnoz-Revard-Nivolet à l'Est et la montagne des Princes, du Gros-Foug, du Corsuet à l'Ouest, ont déjà été étudiés avec beaucoup de soin par un grand nombre de Géologues : la Société géologique de France, dans sa réunion extraordinaire à Chambéry, en 1844, en a relevé une coupe E.-W., et L. PILLET, dans sa Description géologique des environs d'Aix[1], donne sur les terrains Tertiaires de cette vallée des détails fort exacts ; il en est de même de M. D. HOLLANDE[2] pour les terrains Aquitaniens. J'aurai cependant un certain nombre de faits nouveaux à ajouter à ceux déjà connus.

Les terrains Tertiaires les plus anciens sont ceux de l'Eocène inférieur, que j'ai déjà signalés le long du Gros Foug, à l'entrée du val du Fier, vers Saint-André, où ils reposent directements sur le Gault. Il me faut citer comme terrains anté-aquitaniens d'âge indéterminé, faute de document paléontologique, les dépôts sidérolithiques des poches de l'Urgonien signalés par Pillet à Grésy-sur-Aix près du Pont-de-Pierre, dans le Néocomien de Voglans, de Saint-Innocent, de la Chambotte. Ils forment d'ailleurs toujours des amas très peu importants.

Aquitanien. — Les premiers dépôts importants, au point de vue de leur développement et au point de vue stratigraphique, appartiennent à l'Aquitanien.

Dans ce que je considère, au delà de la cluse de Montmélian, comme le prolongement du synclinal de Rumilly, c'est-à-dire dans le synclinal de la Croix-du-Mollard, ces dépôts existent seuls, reposant sur le Sénonien, comme plus au Sud, vers Saint-Pierre-d'Entremont, à l'état de marnes calcaires bariolées sans fossiles, mais identiques à tous les dépôts Aquitaniens de la région auxquels ils se rattachent.

[1] L. PILLET, *Description géologique des environs d'Aix (Savoie)*, 2e édition, 1863.
[2] D. HOLLANDE, *loc. cit.*, *Bull.*, n° 49, 1895.

Après avoir traversé la grande plaine d'alluvions de Chambéry, on ne retrouve plus de dépôts Tertiaires que vers Méry et le Viviers. A partir de là, on peut suivre le long du Nivolet, du Revard, de la montagne de la Cluse, jusqu'au Pont-de-l'Abîme sur le Chéran et à l'Ouest, le long de l'anticlinal d'Aix-les-Bains (Voglans), de la Chambotte et du Gros Foug, jusqu'à la vallée des Usses, d'une manière pour ainsi dire continue, les dépôts Aquitaniens. Ce sont quelquefois des bancs plus ou moins poudinguiformes, surmontés par des marnes rouges et bleues et des calcaires lacustres, redressés verticalement contre l'Urgonien du Nivolet à Cusy, à Mouxy et à Clarafond au dessus d'Aix-les-Bains, aux Faverins. La coupe classique de cette formation est celle de l'escarpement sur lequel est bâtie la vieille tour de Grésy-sur-Aix ; les assises atteignent là d'après Pillet près de 500 mètres d'épaisseur, la partie visible (170 mètres) comprend :

1° Calcaires marneux feuilletés et cariés (2 mètres visibles) ;

2° Marnes grises ou jaunâtres (24 mètres) ;

3° Molasse verdâtre avec marnes d'un rouge brique (4 mètres) ;

4° Calcaires gris, compacts, en assises de 20 à 50 centimètres, avec lits charbonneux et des *Helix*, *Lymnées* (20 mètres) ;

5° Marnes blanches, passant au jaune et au rouge, avec veines de gypse, 120 mètres. La Molasse marine à *P. præscabriusculus* recouvre ici directement cette dernière assise. Les fossiles que l'on peut recueillir dans les marnes, au voisinage des bancs calcaires, sont les suivants :

Helix Ramondi, Brgt.
— **(Coryda) rugulosa**, G., v. Martens.
Helix Lausannensis, Dumont et Mortillet.
Lymnæa pachygaster, Thomæ.
Lymnæa auricularia, Draparnaud.

On a une coupe tout à fait comparable à celle de l'Aquitanien des environs de Lausanne : les bancs de calcaire sont identiques. Mais ici la base du Miocène (Molasse grise) paraît manquer, ou n'est représentée que par une partie des bancs de marnes blanches, rouges ou jaunes, immédiatement subordonnées aux couches de la

Molasse marine. La présence dans ces bancs de *H. Lausannensis*, si caractéristique de la Molasse grise Langhienne des environs de Lausanne, vient encore apporter une preuve à cette allégation. Quant aux 300 mètres de couches non visibles, ils correspondent aux dépôts inférieurs de l'Aquitanien, qui sont bien visibles au Nord, dans la vallée des Usses.

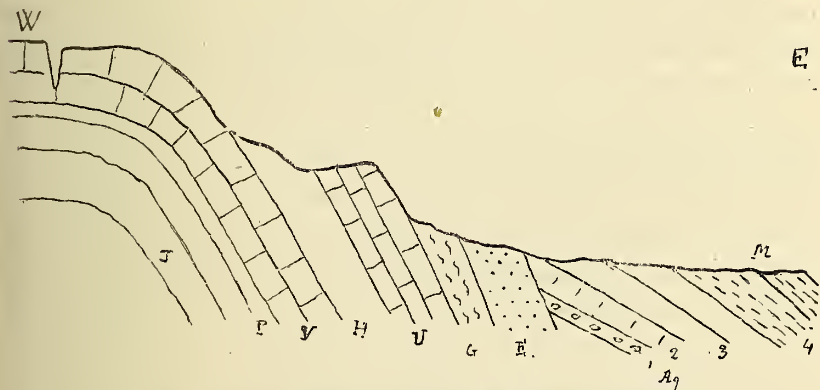


Fig. 29. — Coupe du Val du Fier à Saint-André.

J Jurassique supérieur; P Purbeck; V Valenginien; H Hauterivien; U Urgonien; G Gault; E Grès siliceux de l'Éocène inférieur; Aq Aquitanien; 1 Poudingue calcaire, 2 Calcaire lacustre rognonneux; 3 Marnes bigarrées, micacées à la partie supérieure (Miocène inférieur); 4 Grès à *Pecten præscabriusculus* (Burdigalien).

La composition de l'Aquitanien, comme cela arrive souvent dans les dépôts d'eau douce, varie beaucoup suivant les points. Une coupe particulièrement intéressante est celle que j'ai relevée, à l'entrée de la cluse du Fier, près Saint-André, dans le lit du torrent (fig. 29).

L'Urgonien est surmonté du Gault, peu épais, représenté par les grès inférieurs, les bancs sableux supérieurs, qui existent de l'autre côté du val du Fier, ayant été enlevés par l'érosion, n'existent plus ici. Au-dessus vient une masse non stratifiée de sables blancs ou légèrement jaunâtres, devenant très ferrugineux en certains points, par suite de la décomposition de grains de pyrite qu'ils renferment en assez grande quantité. Ils renferment aussi des silex, provenant de la Craie : ce sont les sables de l'Éocène inférieur. Puis, venant

butter contre cette formation, existe un poudingue calcaire accompagné de bancs de calcaires rognonneux, pétris de grains de fer, (pyrite altérée) qui se dissolvent au contact de l'air et ne laissent que leur empreinte.

La discordance qui existe ici entre les dépôts sous-jacents et les premiers dépôts Aquitaniens, vient apporter, comme dans tout le Jura méridional, une preuve que les mouvements anté-aquitaniens, qui ont peu à peu refoulé la mer à l'Ouest de la région alpine, ont eu un retentissement plus ou moins profond dans les chaînes Jurassiennes.

Au-dessus de ces calcaires lacustres, existent des marnes bigarrées, contenant quelques bancs de calcaire et deux lits de lignite avec *Hélix* et *Planorbes* complètement écrasés. Ces couches passent à des marnes de plus en plus micacées, rappelant tout à fait la Molasse grise de Lausanne et qui se trouvent, un peu plus, loin recouvertes par un grès grossier, où l'on rencontre en abondance le *P. præscabriusculus* et des dents de *Squales* comme dans le reste de la vallée. Toutes ces couches, lacustres et marines, qui sont parfaitement concordantes, ont ici un plongement vers l'Est de 45°; elles ne tardent pas à devenir sensiblement horizontales, un peu plus loin. Cette coupe nous montre donc la série complète des assises Tertiaires de l'Aquitanien au Burdigalien supérieur.

Un peu au Nord de Saint-André, dans le vallon de Crampigny, la Molasse d'eau douce est très développée. Elle repose sur l'Urgonien. Les couches inférieures sont des poudingues calcaires, dont les cailloux sont entourés, comme dans la brèche de Vimines, de couches concentriques de concrétion calcaire ; ces couches deviennent complètement oolithiques au Pont-Serrasson comme à Châteaufort. Au-dessus, on a des marnes grises, presque blanches, accompagnées de grès de couleur variable, renfermant avec des *Unio*, des *Planorbes*, *Limnées*, *Helix* à l'état de moules, malheureusement indéterminables.

Il est à remarquer qu'à mesure que l'on s'avance vers le N.-E., c'est-à-dire vers la région alpine, la composition des couches d'eau douce devient très uniforme : ce sont toujours des grès siliceux, micacés, gris- verdâtre, plus ou moins compacts alternant avec des

marnes argileuses et micacées (Gorges du Fier, pont de Cran, etc.). Les fossiles y sont extrêmement rares, pour ne pas dire inconnus.

Dans la plus grande partie de la vallée de Rumilly, les couches sont restées sensiblement horizontales et ne permettent guère de voir les couches inférieures. Pourtant, un peu au Nord, le petit bombement Crétacé de Chavanod permet cependant de relever une coupe tout à fait comparable à celle du val du Fier. Au-dessus du calcaire Urgonien, imprégné ici d'asphalte, se trouvent des marnes bleues, avec petits lits de lignites pétris d'*Helix* aplaties, passant à des marnes beaucoup plus micacées (10 mètres), et ce n'est qu'au-dessus que l'on a les premières assises de la Molasse marine à dents de Squales. A Massingy, près de Rumilly, on voit même, à la partie supérieure des marnes bigarrées, un banc de grès fossiles, avec empreintes de plantes, malheureusement peu déterminables.

Aprés ces dépôts inférieurs franchement d'eau douce, la mer, venue du Nord, a fait irruption dans toute la vallée de Rumilly, à l'époque du Burdigalien supérieur. Les premières assises marines reposent presque partout sur ces couches d'eau douce qui existent évidemment dans toute la vallée. Ces couches marines se présentent à l'état de grès grossiers, avec de nombreux galets roulés, entraînés par les courants. Ces galets sont, pour la plupart, d'origine lointaine Pillet cite :

Jaspe rouge et vert.
Silex blanc rose et noir.
Spilite.
Serpentine.
Actinote fibreuse.
Syénite.
Porphyre avec feldspath rose.
Grenats des roches grenatifères.
Calcaire urgonien.
Calcaire lumachelle.

Ces roches sont d'ailleurs identiques à celles qui existent, plus au Sud, dans les poudingues et conglomérats à cailloux impressionnés de Voreppe et de Proveysieux, ou dans les bancs intercalés dans la Molasse marine de la vallée de Chambéry. L. Pillet [1]

[1] L. Pillet, Les cailloux exotiques du Bassin d'Aix (*Revue savoisienne*, 21e année, p. 54, 1888).

admettait que des courants les amenaient du Plateau Central. Rien de ce que nous avons vu dans les dépôts de la vallée du Rhône, que j'ai étudiés plus haut, ne vient justifier cette hypothèse : ces cailloux ont bien certainement une origine alpine.

Cette Molasse grossière inférieure contient de nombreux débris, toujours très roulés, de *Pecten*, *Ostrea*, *Bivalves* indéterminés, *Cerithium* sp. *Natica* sp. ; elle passe en général à des bancs gréseux ou marneux, beaucoup moins grossiers : la mer, une fois l'invasion accomplie, était peu profonde mais relativement calme. La composition de cet ensemble de couches, comme cela existe pour tous les dépôts arénacés, est extrêmement variable ; elle varie avec les localités : tous les ravins, où ces couches affleurent donnent autant de coupes différentes. L. Pillet [1] a publié une coupe, relevée le long du Sierroz, à partir de Grésy-sur-Aix, qui donne la composition moyenne de ces assises marines. Les couches qui, à partir de Grésy-sur-Aix, sont sensiblement horizontales, se redressent brusquement presque jusqu'à la verticale, ou même se renversent, près de la montagne de la Cluse, comme cela est bien visible, en particulier, dans les ravins, au-dessous des Faverins (Savoie et Haute-Savoie).

Une coupe excellente de cet ensemble de couches est donnée par la route des Bauges, depuis Grésy-sur-Aix jusqu'au delà des moulins de Primaz : les couches que l'on coupe un peu obliquement en se dirigeant vers le Nord, plongent d'abord vers le N.-E. d'environ 20 degrés se redressent peu à peu ; au moulin de Primaz, elles sont sensiblement horizontales : on est là au centre du synclinal. On traverse ainsi une épaisseur de plus de 200 mètres de couches : grès homogènes à pâte très fine, formant de gros bancs atteignant jusqu'à 20 mètres d'épaisseur, sans présenter aucune trace de stratification, activement exploités dans toute la région de Rumilly ; les bancs de grès sont séparés par des bancs marneux noirâtres, ou par des bancs minces d'une Molasse gréseuse, très dure, plus grossière, très siliceuse et employée comme dalles

[1] L. Pillet, *loc. cit.*, p. 73, 1863.

réfractaires pour construire les fours. Les bancs un peu plus grossiers fournissent d'assez nombreux fossiles (Route de Bauges, Grésy, Mognard, hameau de Maclens, anciennes carrières de Cusy, etc.) et des restes de plantes. Les dents de Poissons y sont particulièrement abondantes ; je citerai en particulier :

Dent de **Crocodilien** (Musée de Chambéry).
Notidanus primigenius, Ag.
Galeocerdo aduncus, Ag.
— **latidens**, Ag.
Hemipristis serra, Ag.
— **paucidens**, Ag.
Oxyrhina hastalis, Ag.
— **Desorii**, Ag.
Lamna cuspidata, Ag.
— **contortidens**, Ag.
— **dubia**, Ag.
Sphærodus irregularis, Ag.
— **cinctus**, Ag.
— **parvus**, Ag.
— **gigas**, Ag.
Pycnodus.
Hybodus, dents de **Chrysophrys**, nombreuses vertèbres de Poissons.
Pecten præscabriusculus, Font.
Pecten, Sq.
Ostrea squarrosa, Munst.
Bryozoaires.
Empreintes d'Annélides.

Lorsqu'on parcourt la région de Rumilly, on ne peut s'empêcher d'être frappé de l'identité d'aspect et de restes organiques, que présente cet ensemble de couches inférieures avec la Molasse marine de Fribourg en Suisse, et également avec les formations correspondantes de la vallée de Chambéry.

Comme dans le ravin de Forézan, dont j'ai donné la coupe détaillée un peu plus haut, certains bancs présentent des ondulations, pouvant donner naissance à ces tiges cylindriques plus ou moins digitées, que j'ai signalées à tous les niveaux de ces formations sableuses et qui sont dues à l'action des vagues.

Les parties marneuses augmentent à mesure que l'on s'élève dans la série des couches, en même temps que les bancs gréseux diminuent d'épaisseur, comme on le voit bien dans les carrières existant dans ces assises près des moulins de Primaz, Epersy, Mognard. Au-dessus, formant par exemple toute la partie supérieure de la colline d'Epersy, on a des Molasses plus tendres, avec couches feuilletées en lits minces ; des grès jaunâtres, s'effritant facilement, bien visibles dans tous les ravins qui entament la colline qui sépare Cusy de la grande plaine d'Albens-Rumilly.

Les fossiles y sont extrêmement rares ; j'ai pu y recueillir cependant, près d'Epersy ou dans les ravins de Saint-Girod :

Ostrea crassissima Lam.
Ostrea gingensis Schloth.
Pecten sp.
Pectunculus cf stellatus. Munst.
Balanus sp. Et encore de nombreuses dents de **Squales.**

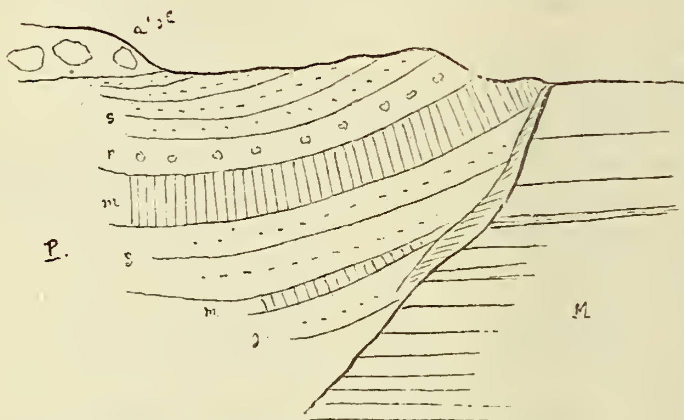


Fig. 30. — Coupe de la carrière du Moulin Primaz.

M Grès molassique marin (1° Etage); P Pontien ; *m* Marnes bleues avec débris de plantes; *p* Poudingue à granites altérés quartzite ; *g* Grès jaunâtre.

Toutes ces couches appartiennent à la Molasse sableuse à Ostracés, intermédiaire, comme celle de Pont-de-Beauvoisin, entre le premier et le deuxième étage Méditerranéen appartenant évidemment en grande partie au Miocène moyen. Il n'existe pas, dans cette large vallée, qui était cependant plus près de leur lieu d'origine, de poudingues à cailloux impressionnés, comme à Voreppe ou dans la vallée de Chambéry.

Les couches de poudingues, que l'on rencontre dans le synclinal de Rumilly, sont d'un aspect tout différent. Leurs relations avec les couches sous-jacentes sont également d'une toute autre nature. Au moulin Primaz, dans les carrières qui se trouvent sur la droite de la route qui mène à Montcel, on peut relever la coupes suivante (fig. 30).

En complète discordance et ravinant les couches supérieures

de grès Molassiques gris bleuâtre qui alternent ici, en bancs peu épais, avec des couches marneuses noires, on a une série de bancs gréseux jaunâtres (tout différents d'ailleurs des couches de Molasse sableuse jaune d'Epersy à *O. crassissima)*, puis de marnes bleues et de poudingues à cailloux roulés de quartzite et de roches granitoïdes altérées, le tout atteignant au moins une dizaine de mètres d'épaisseur. Le tout est recouvert par le Glaciaire. On retrouve une formation analogue dans la colline située en face sur la rive droite du torrent. J'ai également retrouvé ces poudingues avec les mêmes caractères (ce qui permet de les distinguer facilement, et des poudingues marins, et des poudingues subordonnés aux formations glaciaires dans toute cette région), alignés sensiblement suivant une direction Nord-Sud, qui correspond assez exactement à l'axe du synclinal. Je rattache également à cette formation, de nombreux cailloux épars sur le haut de la colline et s'étendant jusqu'auprès du village de Montcel. Je n'ai pu, à mon grand regret, malgré de patientes recherches, trouver autre chose que de mauvais débris de végétaux dans ces assises [1].

Au-dessus des carrières précédentes, lorsqu'on suit la route de Montcel, on voit un second abrupt où, à la partie supérieure, apparaissent de nouvelles couches stratifiées. Ce sont des sables plus ou moins agglomérés, disposés en couches horizontales qui, à première vue, se confondraient aisément avec les couches précédentes, mais les galets qu'elles renferment, en particulier de roches granitoïdes, ne sont pas altérés. Ces couches sont comprises nettement entre deux masses d'alluvions glaciaires et ce ne sont qu'un petit lambeau d'alluvions interglaciaires.

Pour les couches inférieures, plusieurs questions se posent. Faut-il simplement y voir des alluvions anciennes[2]? On connaît,

[1] J'ai signalé pour la première fois ces dépôts à la Société d'Histoire naturelle de Savoie, au moment de la course géologique qu'elle a faite au mois d'août 1895, dans la vallée de Rumilly.

[2] J'évite à dessein d'employer ici une désignation plus précise que celle d'alluvions anciennes. L'étude des dépôts Quaternaires de la vallée de Rumilly est encore tout entière à faire et les alluvions de la plaine de Chambéry qui lui fait suite ont donné lieu à trop de controverses pour que l'on puisse encore aujourd'hui avoir une idée exacte à ce sujet.

en effet, en Suisse, de nombreux exemples d'alluvions anté-glaciaires, où les roches granitoïdes sont altérées et où l'ensemble des dépôts est plus ou moins rubéfié. En ce cas, elles seraient fort différentes des alluvions occupant la même position stratigraphique dans la vallée de Chambéry, ou de celles situées plus au Nord, soit dans la cluse du Chéran, dans le défilé de Banges, ou encore, de celles que j'ai signalées à Cusy où elles ravinent également les couches de la Molasse marine. Faut-il plutôt, comme l'aspect pétrographique paraît l'indiquer, rapprocher ces formations des dépôts tout à fait comparables, que j'ai décrits un peu plus haut, dans la vallée de Novalaise? Le problème est fort difficile à résoudre, étant donnée l'absence complète, jusqu'à présent, de documents paléontologiques. Après les nombreuses courses que j'ai faites dans toute cette région, je suis plutôt porté à adopter la dernière hypothèse et à rapporter ces poudingues à cailloux altérés ainsi que ces assises de marnes bleuâtres et ces sables, au Miocène supérieur, au Pontien. Cette détermination concorde d'ailleurs parfaitement avec le fait que la chaîne de la Chambotte-Gros-Foug est encore un pli jurassien situé à l'Est de l'anticlinal l'Épine Mont-du-Chat, dont j'ai montré l'âge prépontique. Il est à présumer que des recherches, encore plus précises que celles que j'ai pu faire, amèneront la découverte de nouveaux lambeaux de cette même formation, soit dans le reste du synclinal de Rumilly, soit même dans celui de Chambéry, malgré les érosions énormes qui ont eu lieu dans ces régions pendant la période Quaternaire.

Les couches de la Molasse marine qui, dans tout le centre du Synclinal, sont restées sensiblement horizontales, ne se relevant que tout contre les chaînes voisines à l'Est et à l'Ouest. Elles ont subi cependant un certain nombre de dislocations, faciles à constater dans toutes les coupes un peu étendues, ayant amené au jour les couches de l'infracrétacé comme à Chavanod, ou redressé jusqu'à la verticale les couches de grès grossier inférieur comme à Alby (lit du Chéran, colline de Saint-Sylvestre). Derrière les bâtiments de l'école primaire supérieure d'Alby, dans le lit du Chéran (on voit, en se dirigeant vers Cusy, les couches de Molasse rede-

venir horizontales, puis se relever de nouveau contre le Semnoz), les couches de Molasse marine à *Pecten* et à dents de Squales sont presque verticales, ravinées par des alluvions grises, surtout formées de galets de quartzite et de calcaires Néocomiens ou Jurassiques, avec des éléments cristallins non altérés, très rares[1]. Ces alluvions sont recouvertes par la boue glaciaire.

La colline de Saint-Sylvestre est une des dernières où l'on trouve la Molasse marine bien caractérisée. Il en existe encore des lambeaux un peu plus au Nord, près de Chavanod. Les alluvions extrêmement développées ne laissent plus affleurer dans la plaine au Sud d'Annecy, que quelques rares lambeaux de Molasse dont les rapports sont difficiles à préciser et dont l'âge est indéterminé. Bien plus, il est même souvent impossible de dire, étant donnée l'absence complète de débris organisés, si on a affaire à des couches marines ou à des couches d'eau douce. La mer a remplacé peu à peu les eaux douces du grand lac Aquitanien subalpin, sans que cette invasion marine ait changé en aucune façon la nature des sédiments, qui venaient toujours en grande partie de la région alpine.

J'ai déjà, à plusieurs reprises, insisté sur ce fait qui a été la cause des différentes interprétations auxquelles ces couches de faciès identiques ont donné lieu. Il suffit, pour s'en convaincre d'une façon absolue, d'examiner les cartes géologiques qui ont été publiées, en particulier les feuilles au 1/80000 de Nantua et d'Annecy. Ce qui était Molasse marine sur la feuille Nantua, parce que la majorité des dépôts Tertiaires situés plus à l'Ouest a surtout une origine marine, devient de la Molasse d'eau douce sur la feuille d'Annecy pour une raison analogue. Aussi, au Nord du Gros-Foug et de la montagne des Princes, où il y a communication, dans la vallée des Usses, entre le synclinal essentiellement à dépôts marins de la vallée de Chambéry, lac du Bourget et la

[1] Une assise de ces alluvions anté-glaciaires, disposées en couches horizontales, est uniquement formée de débris peu roulés de Molasse marine. L'ensemble de la formation a une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

plaine de Genève, la classification est-elle chose fort délicate, et E. BENOIT[1] y voyait tous les terrains Tertiaires depuis les calcaires Nummulitiques jusqu'aux faluns de la Touraine.

L'Aquitanien y est beaucoup plus développé que dans la plaine de Rumilly; les couches les plus inférieures, qui reposent souvent sur le Sidérolithique, auquel elles ont emprunté une partie de leurs matériaux, comprennent des marnes sableuses fines, de consistance molassique, bleuâtres ou verdâtres, ou bariolées. Ce sont celles que j'ai décrites dans la coupe de Challonges ou de Pyrimont, un peu plus haut. On les retrouve également à Seyssel et à Frangy-sur-les-Usses. C'est ce que BENOIT[2] appelait la première *Molasse rouge*, qui correspondait aux dépôts de Molasse rouge du pied du Jura. Elles présentent souvent, dans les couches sableuses, des imprégnations d'asphalte, et sont surmontées par des grès micacés dont l'épaisseur augmente beaucoup (comme dans la Plaine Suisse), à mesure que l'on s'avance vers l'Est. Ces couches sont bien visibles à Seyssel (Savoie), Epilly, Pont-Serrasson sur les Usses, dans le ravin du Vengeron, à Chexbres : on y a recueilli *Helix rugulosa*, G. V. Martens et récemment, j'ai reconnu à Chexbres l'*Helix Ramondi*, Brgt[3]. La plus grande partie de ces assises représente donc l'Aquitanien lacustre; quelques lits calcaires intercalés ont fourni *Chara helicteres*, Brgt.

C'est au-dessus de ces couches, quand elles existent, ou directement sur les marnes bariolées, que l'on trouve un ensemble assez constant non seulement dans cette région, mais dans toute la partie occidentale de la Plaine Suisse (Morges, Lausanne), constituant la *Molasse à gypse* de BENOIT. C'est une molasse grise, sableuse, très calcarifère, finissant également en biseau comme les grès micacés vers le Jura, et traversée

[1] E. BENOIT, Note sur les terrains Tertiaires entre le Jura et les Alpes (*B. S. G. de Fr.*, 2e série, t. XVII, p. 387, 1860).

[2] E. BENOIT, Essai d'un tableau comparatif des terrains Tertiaires dans le Bassin du Rhône et des Usses (*B. S. G. de Fr.*, 3e série, t. III, p. 436, 1875.)

[3] Ces couches m'ont également fourni un certain nombre de plantes (*Cinnamomum*, *Daphonogene*) peu déterminables.

par de petits filonnets de gypse fibreux, postérieur à ces dépôts (anciennes exploitations d'Epilly, ravin de Châtel, etc.). Ces couches sont associées à des calcaires marneux et à des marnes souvent ligniteuses à *Helix* sp. *Chara Escheri*, Brgt et à des grès brunâtres micacés.

La deuxième *Molasse rouge* de Benoit qui vient au-dessus et qui correspondait pour lui à la vraie Molasse rouge des géologues suisses d'âge Aquitanien, était formée d'alternance de grès marneux micacés et de marnes de couleurs bigarrées, sans fossiles, et vers le Jura ou, dans le Sud de la vallée de Rumilly, par des marnes et calcaires plus ou moins rognonneux à lits charbonneux (Grésy-sur-Aix, Saint-André, Epilly, Frangy-sur-les-Usses) que surmontent les couches de Molasse marine à *Pecten* et dents de *Squales*[1].

Ainsi, dans les Usses, les couches Tertiaires inférieures, toutes d'eau douce, beaucoup plus développées que dans la vallée de Rumilly, comprennent, outre les couches visibles à Grésy-sur-Aix (qui correspondent aux marnes à gypse et à la deuxième molasse rouge de Benoit), une série d'assises lacustres, marnes et grès micacés, qui m'ont fourni à Challonges des restes de Mammifères précisant leur âge Aquitanien. La coupe des Usses met en évidence une autre particularité, sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention à propos de la plaine de Rumilly, c'est la suivante : lorsque l'on se rapproche des Alpes, ce que l'on peut appeler le *faciès alpin* des dépôts, grès et marnes micacés d'aspect molassique, envahit de plus en plus les dépôts, surtout calcaires, de la région proche du Jura, pour persister seul dans le plateau des Bornes, le long des chaînes subalpines.

La Molasse marine disparaît complètement au Nord de la vallée des Usses ; elle a été enlevée par l'érosion et ne se retrouve que beaucoup plus au Nord, dans la Plaine Suisse proprement dite.

[1] Il résulte de là que la deuxième molasse rouge de Benoit est plutôt d'âge Miocène inférieur que d'âge Aquitanien.

Dans le canton de Genève, en particulier, il n'existe que de petits lambeaux isolés de Molasse[1], bien connus, et par les descriptions des auteurs anciens, et par les travaux de A. Favre et Benoit. On reconnaît facilement que ces dépôts sont d'origine lacustre, contrairement à l'opinion de ce dernier auteur; tous les restes organiques qui en proviennent sont ou des formes de Mollusques terrestres et lacustres, ou des plantes terrestres. On a cité *Helix (coryda) rugulosa*, G. V. Martens du Vengeron, *Bulimus* sp., *Lymnea* sp., *Planorbis aff. declivis*, enfin à Chexbres; j'ai reconnu *Helix Ramondi* Brgt et des plantes terrestres, comme *Sabal Lamaonis*, *Cinnamomum*, à Verrières, carrière d'Archamp, *Sabal hæringiana* Ung. et *Sabal Lamaonis* Ung.

Les coupes qui ont été données des différents affleurements, montrent une variété extrêmement grande dans la composition de ces couches Tertiaires. On peut cependant distinguer, d'une manière générale les assises suivantes :

1° A la base, marnes bariolées (marnes œillées) avec bancs de calcaire et couches gypseuses correspondant aux assises inférieures et moyennes des Usses (Molasse rouge) ;

2° Marnes avec bancs calcaires à Planorbes et des traces de lignites ;

3° Grès micacés *(Molasse)* alternant avec des couches marneuses surtout à la base.

C'est-à-dire tout à fait la composition que nous avons reconnue plus au Sud, dans la vallée des Usses ou dans la vallée de Rumilly.

Comme pour le plateau des Bornes, les alluvions si développées des environs de Genève, viennent interrompre les dépôts Tertiaires qui ne se retrouvent plus que dans la Plaine Suisse proprement dite, où il nous reste maintenant à les étudier.

[1] De Saussure, *Voyages dans les Alpes*, p. 65, 1779, est le premier géologue ayant employé le mot de *Molasse;* pour désigner ces assises j'ai respecté l'orthographe qu'il a adoptée. — F. Soret, *Bull. Soc. Philomathique de Paris*, p. 177, 1816. — Necker, *Études géologiques dans les Alpes*, 1841.

§ 3. Dépôts tertiaires de la Plaine Suisse.

La Plaine Suisse, telle que je l'ai définie dans le premier chapitre de cet ouvrage, comprend au Sud du lac Léman, le plateau des Bornes, à l'Est du Salève et la plaine de Genève prolongée par la plaine de Rumilly, à l'Ouest du Salève. Au Nord du lac Léman, ces deux parties se rejoignent en un vaste géosynclinal compris entre le Jura et les Alpes. Les terrains Tertiaires et Quaternaires remplissent, sur une épaisseur considérable, toute cette vaste région. Les premiers qui occupent en Suisse plus du cinquième du territoire, correspondent à l'*Etage de la Molasse* ou *Miocène* des Géologues Suisses et comprennent, non seulement le Miocène proprement dit, mais encore tout l'Aquitanien et même peut-être la partie supérieure du Tongrien. Ces dépôts si étendus ont naturellement donné lieu à de nombreux travaux, en général sur des régions plus ou moins limitées de la plaine, ce qui rend l'étude synthétique des dépôts fort difficile à faire[1]. Les difficultés sont encore accrues par les grandes variations de faciès que présentent tous les dépôts gréseux, par l'état de conservation fort défectueux des fossiles, généralement à l'état de moules plus ou moins déformés, ainsi que par la continuité parfaite entre les dépôts Aquitaniens généralement d'eau douce et les dépôts Miocènes marins; cela rend la limite des étages fort difficile à préciser.

Je n'ai pas la prétention de présenter une étude complète sur les terrains Tertiaires de la Suisse, sur la « Molasse Suisse ». Je me suis, en effet, surtout attaché à relier, par l'étude particulière d'un certain nombre de points où la succession des assises était bien nette, les dépôts de la Plaine Suisse proprement dite, c'est-à-dire du Jorat et du pied du Jura à ceux qui existent au Sud du lac Léman.

Pour cette région très limitée, les publications sur la Molasse ont été fort nombreuses. Un résumé fort complet de la bibliogra-

[1] La création de noms d'étages locaux est venue encore compliquer les tentatives de parallélisme.

phie relative à ces terrains a été donnée récemment par M. JACCARD, dans son *Deuxième supplément à la Description géologique du Jura-Vaudois et Neuchatelois (Matériaux Carte géolog. de la Suisse*, 1893) et me permettra de me borner à quelques indications sommaires sur les différents ouvrages que j'aurai cités au cours de cette étude et sur les publications récentes.

Pendant longtemps les Géologues Suisses ont admis dans les dépôts Tertiaires supérieurs de la Suisse, quatre subdivisions comprenant de bas en haut :

1° Molasse marine inférieure *(Tongrien)* ;
2° Molasse d'eau douce inférieure;
3° Molasse marine supérieure *(Helvétien*, s. l.) ;
4° Molasse d'eau douce supérieure.

La molasse marine inférieure n'étant pas représentée dans la plaine ou tout au moins fort mal caractérisée sauf dans le Jura (Dôle, Délémont), on considéra généralement les trois autres termes comme constituant la *Molasse Suisse* ou le *Miocène* avec les subdivisions suivantes :

Miocène supérieur	Miocène / Molasse } d'eau douce supérieur. (Obere Süsswasser-Molasse).	Etage IV. **Œningien** (Formation des lignites supérieurs).
Miocène moyen	Molasse marine.	III **Helvétien** { Molasse subalpine (St-Gall-Berne). (Helvétien sup.) Grès coquillier (*Muschelsandstein*). (Helvétien inf.)
Miocène inférieur	Miocène / Molasse } d'eau douce inférieur. (Untere Süsswasser-Molasse).	II **Langhien** (Molasse grise ou de Lausanne). 1 **Aquitanien** (Formation des lignites inférieurs). (Molasse rouge).

M. Ch. Mayer a donné, dans ses différents tableaux synchroniques des terrains Tertiaires de l'Europe, des parallélismes des formations Tertiaires de la Plaine Suisse avec celles de la France ou de l'Autriche. La nomenclature qu'il a adoptée diffère peu de celle que je viens de donner[1].

L'Helvétien comprend trois subdivisions au lieu de deux et les couches supérieures sont désignées sous le nom de Tortonien.

Ainsi que M. Depéret l'a fait remarquer[2], il était difficile de rattacher l'histoire géologique du bassin du Rhône en particulier, à celle de la Suisse ou du bassin de Vienne : les dépôts de même âge étaient marins dans une région et lacustres dans une autre, et des noms des faciès marins (Helvétien, Tortonien) étaient employés pour désigner des étages. De l'étude précise qu'il a faite des dépôts Tertiaires de l'Europe centrale, M. Depéret a conclu le parallélisme suivant qui est admis de plus en plus par tous les Géologues de la Suisse et du bassin de Vienne :

ÉTAGES		VALLÉE DU RHÔNE ET JURA MÉRIDIONAL	SUISSE	AUTRICHE
Miocène supérieur. **Pontien.**	Supérieur.	Marnes de la Croix-Rousse.		Sables à lignites de Croatie.
	Moyen.	Cailloutis des Plateaux (Lignites Tour-du-Pin).		Graviers du Belvédère. Couches à *Congeria croatica*.
	Inférieur.	Sables à *Nassa Michaudi* et *Helix Delphinensis*.		Couches à *Congeria subglobosa*.

[1] Le Langhien a pendant longtemps été désigné sous le nom de Mayencien, nom qui est encore employé par un certain nombre de Géologues.

[2] Ch. Depéret, Sur la classification et le parallélisme du système Miocène (*Bull. S. G. F.* 3e série, t. XXI, p. 170, 1893).

ÉTAGES		VALLÉE DU RHÔNE ET JURA MÉRIDIONAL	SUISSE	AUTRICHE
Miocène moyen **Vindobonien**. (2° étage Méditerranéen).	Tortonien.	Sables à *Ancilla glandiformis*. (Zone d'Aoste).	Molasse d'eau douce sup. Obere Süsswassermolasse ou Œningien.	Couches sarmatiques, argiles de Baden. Leithakalk.
	Helvétien s. str.	Sables à *Terebratulines*. (Zone de St-Fons).	Molasse marine de St-Gall. (Mol. subalpine)	Grund et Lignites de Styrie.
Miocène inférieur. **Burdigalien**. (1° étage Méditerranéen).	Supérieur.	Sables et grès à *O. crassissima*. (Zone de Pont-de-Beauvoisin).	Molasse de Fribourg, partie supérieure.	Schlier.
	Moyen.	Molasse marno-calcaire à *P. præscabriusculus*.	Molasse de Fribourg, partie inférieure.	Molasse calcaire à *P. præscabriusculus*.
	Inférieur.	?	Molasse grise de Lausanne (Laughien).	Sables de Gauderndorf et de Loibersdorf.
Oligocène supérieur. **Aquitanien**.		Marnes et calcaires d'eau douce à *Helix Ramondi*.	Molasse d'eau douce inférieure.	Couches de Molt.

Je ne compare naturellement que les dépôts de la partie supérieure de la vallée du Rhône, que j'ai seuls étudiés d'une façon spéciale.

Si, partant de Lausanne, on se dirige vers le Nord, on coupe successivement les différentes formations qui constituent le sous-sol du plateau de Jorat, depuis l'Aquitanien inférieur jusqu'à la fin du Miocène moyen. Les formations débutent par des couches d'eau douce ou saumâtres qui constituent la Molasse d'eau douce inférieure des Géologues Suisses se continuent par les couches de grès de la Molasse marine, enfin, se terminent par de nouvelles couches d'eau douce de la Molasse d'eau douce supérieure. C'est la succession habituelle des couches Tertiaires de la Plaine

Suisse que l'on retrouve pour ainsi dire partout et que je me propose d'étudier d'un peu plus près, au moins dans la région du Jorat proprement dit.

Molasse d'eau douce inférieure (Untere Süsswasser Molasse). — Elle ne comprend que des formations saumâtres ou d'eau douce. Près de Lausanne [1], elle est particulièrement développée et facile à observer. On peut y distinguer la succession suivante, dans la coupe classique du ravin de la Paudèze, à partir des bords du lac, en se dirigeant vers le Nord :

1° A la base, on a une série d'alternances de Molasse marneuse grise et de marnes gris-bleuâtre, très feuilletées, présentant une intercalation de calcaires bitumineux, couleur chocolat, de lignites schisteux (une seule couche de 30 centimètres environ d'épaisseur) et de marnes noires bitumineuses. Ces trois dernières assises sont toujours associées. Le calcaire contient des *Helix*, des *Planorbes* et des graines de *Chara*. Comme fossiles caractéristiques, je citerai *Planorbis declivis*, *P. solidus*, *P. cornu*, *Helix Ramondi*, *Neritina* sp.

A 4 ou 5 mètres au-dessus de la première couche de lignites, il en existe une seconde, n'ayant guère que 9 centimètres d'épaisseur. Ces lignites sont exploités depuis longtemps, on voit des restes de nombreuses galeries. Deux exploitations près de la Conversion sont encore en pleine activité. Ces lignites souvent désignés sous le nom de Lignites de Rochette ont fourni autrefois des restes de Vertébrés (Mammifères, Tortues, Crocodiles) étudiés par KOWALEVSKY [2], RENEVIER [3], PICTET et HUMBERT [4], PORTIS [5]. Je citerai en particulier :

[1] L'étude géologique des environs de Lausanne m'a été facilitée par M. RENEVIER, professeur de Géologie à l'Université, qui a mis à ma disposition la collection des fossiles Tertiaires du Musée de Lausanne, et qui m'a fourni des renseignements précieux sur toute la région, ainsi que par MM. GOLLIEZ professeur de minéralogie et LUGEON Dr ès sciences assistant de Géologie, qui m'ont accompagné dans quelques-unes des nombreuses courses que j'ai faites dans le Jorat; qu'ils me permettent de leur adresser ici mes sincères remercîments.

[2] KOWALEVSKY, Monogr. d. Gat. *Anthracotherium (Paleontographica*, t. XXII, 1874).

[3] RENEVIER, Les Anthracotherium de la Rochette *(Bull. Soc. Vaud.* XVI, p. 140, 1879).

[4] PICTET ET HUMBERT, Monog. des Chéloniens de la Molasse Suisse *(Matér. Paléont. Suisse*, 1856.)

[5] PORTIS, Les Chél. de la Molasse Vaudoise *(Mém. Soc. Paléontol. Suisse*, t. IX, 1882).

Anthracotherium Valdense, Kow.
— **La Harpei**, Ren.
— **minus**, Cuv.
Steneofiber minutus, v. Meyer.
Theridomys sp., **Chalicomys** sp., **Lacerta** sp.
Trionyx Valdensis, Portis.
— **Rochettiana**, Portis.
— **Lorioli**, Portis.
Emys La Harpei, Pictet et Humbert.
— **Charpentieri**, Pict. et Humb.
— **tuberculata**, Portis.
— **lignitarum**, Portis.
— **Renevieri**, Portis.
— **sulcata**, Portis.
Pleurosternum miocœnum, Port.
Kinixys Gaudini, Pictet et Humb.
Crocodiliens.

On y trouve aussi, dans les couches marneuses, quelques plantes citées par O. Heer, toutes bien caractéristiques de l'Aquitanien supérieur. Ces couches se retrouvent identiques à Oron, plus au Nord.

Au-dessous de ces couches à lignites, près du pont du chemin de fer de Lausanne à Berne, on a un abrupt, formé par des grès calcaires, contenant en abondance *Helix Ramondi* Brgt, tout à fait typique et dans une assise marneuse encore inférieure de nombreux Unio (*Unio Lavateri*, *U. molassicus*, etc.). Enfin, tout cet ensemble, qui constitue ce que les Géologues Vaudois appellent la *Molasse à lignites*, repose sur des couches de Molasse marneuse et de marnes rouges feuilletées ou compactes formant un ensemble plus ou moins bigarré : c'est la *Molasse rouge* typique qui est ici bien nettement d'âge Aquitanien (Molasse rouge de Lausanne).

Toutes ces couches, qui sont en parfaite concordance de stratification, plongent vers le lac Léman d'environ 30 degrés. Lorsque l'on continue de remonter le torrent, la coupe est brusquement interrompue par une faille, qui met en contact la Molasse rouge avec des couches beaucoup plus récentes, composées d'assises de marnes bleues feuilletées et de marnes molassiques, avec quelques couches de grès calcaires noirs, contenant, près de l'ancien moulin de Belmont, à peu près au niveau du torrent, en abondance :

Neritina (Ferrusascia) Ferrusasci, Mayer Eymar.
— **fluviatilis** (espèce Langhienne), Linné.
Helix Ramondi, Brgt.
Planorbis cornu var. solidus, Brgt.
Limnæa subovata, Hartmann.

Je les considère comme supérieures aux couches de la Molasse à lignites.

La faille qui les met en contact avec la Molasse rouge, se continue sensiblement S.-W.-N.-E., assez loin vers le Nord, mettant en contact, au-dessus de Belmont, cette Molasse rouge avec les couches encore plus récentes de la Molasse grise de Lausanne [1].

Dans le ravin de la Paudèze, les couches à *Néritines* sont intimement liées à des grès marneux et à des marnes jaune verdâtre ou bleu foncé, traversées obliquement par des veines de gypse fibreux, formé postérieurement au dépôt des couches. Ces couches constituent la Molasse à gypse des Géologues Suisses, bien développée ici, près du Pont de la route de Belmont ; elles sont extrêmement tourmentées. Le Glaciaire empêche de voir le contact avec les premiers bancs de la Molasse grise de Lausanne.

La coupe du ravin de Morges (cours de la Menoge) nous montre une succession encore plus régulière, par suite de l'absence de failles comme à la Paudèze. C'est ainsi que j'ai pu constater, au-dessus d'une série de marnes rouges bigarrées (des bancs sont formés par des marnes œillées avec des nodules à couches concentriques rougeâtres tout à fait caractéristiques), des couches de marnes grises et de grès rougeâtres. Quelques bancs de calcaire fétide intercalés, des lits de marnes noires bitumineuses, ligniteuses, sont identiques aux couches avoisinant à Rochette, le lignite qui fait défaut ici. Sous le château de Vufflens, on a la Molasse à gypse fibreux très développée. Dans un petit banc de calcaire fétide intercalé, j'ai recueilli :

Planorbis cornu, Brgt.
— **declivis**, Brgt.

Unio Lavateri, Münster.

Près du château, ces couches sont fortement tourmentées, mais un peu plus loin redeviennent horizontales, atteignant une puis-

[1] Toute cette région de Belmont présente de nombreuses failles ; le filon de lignites est souvent interrompu par ces accidents. Cette structure fracturée tient d'ailleurs au voisinage du grand accident orogénique connu sous le nom d'anticlinal de la Molasse.

sance de plus de 50 mètres et présentant de nombreuses concrétions gypseuses apparaissant en blanc sur la couleur foncée du reste de la formation. Puis, peu à peu, on voit s'intercaler des bancs de grès grisâtre, tout à fait caractéristiques du Langhien et qui ne tardent pas vers le Nord à devenir prédominants.

La succession très nette, que l'on observe aux environs de Lausanne, dans les couches d'eau douce est donc de bas en haut :

Molasse d'eau douce inférieure :
- 1° Molasse rouge Aquitanienne *(Molasse rouge de Lausanne)*;
- 2° Molasse à lignites avec bancs calcaires ;
- 3° Molasse à gypse et à *Néritines;*
- 4° Langhien (Molasse grise de Lausanne) (Burdigalien inférieur).

Cette succession ne fait actuellement pour moi pas l'ombre d'un doute, quoiqu'elle diffère un peu de la succession donnée par un certain nombre d'auteurs. Elle est importante, parce que c'est celle que j'ai retrouvée aux environs de Genéve, dans la vallée des Usses et il en résulte en particulier que, contrairement à ce que voulait Benoit pour ces dernières régions, la Molasse rouge typique de Lausanne correspond à sa première Molasse rouge et non à la seconde ; celle-ci serait de l'Aquitanien tout à fait supérieur.

Si l'on continue la coupe du ravin de la Paudèze, on traverse ensuite, après les couches de la Molasse à gypse, un puissant ensemble de couches d'eau douce qui appartiennent à la Molasse grise de Lausanne et constituent l'étage *Langhien*, *Mayencien*, *Lausannien* des Géologues Suisses. C'est un ensemble de grès et de marnes, pouvant atteindre à Lausanne près de 300 mètres de puissance. Les grès sont à grains plus ou moins fins de quartz, de jaspe, micacés, à ciment marneux, de couleur gris verdâtre ou bleuâtre ; ils alternent avec des marnes bleues ou jaunes, toujours en couches assez minces. En général, les grès prédominent à la partie supérieure du système et les marnes à la partie inférieure. Souvent, surtout dans les couches inférieures, on voit s'intercaler

des bancs de grès ou de marnes rougeâtres, qui rappellent la Molasse rouge Aquitanienne. Il y a d'ailleurs passage insensible entre ces deux formations d'eau douce et ici, comme dans le plateau des Bornes, au Sud du lac Léman, ou dans la vallée du Rumilly, il n'y a pas de limite précise entre l'Aquitanien et le Miocène inférieur. Ces couches ont fourni, à Lausanne même, qui est presque entièrement construite sur la Molasse grise, de nombreux restes organisés de Vertébrés, de Mollusques terrestres ou fluviatiles et de Plantes qui ont permis à O. HEER de préciser d'une façon certaine le niveau du Langhien. Je citerai en particulier :

Testudo Escheri, Pict. et Humb.
Ptychogaster rotundiformis, Golliez et Lugeon.
Cistudo Razoumowski, Pictet.
Cistudo Morloti, Pict.
— **Heeri**, Pict.
— **Portisi**, Golliez.
Trachyaspis Lardyi, v. Meyer.

avec des formes Aquitaniennes comme :

Trionyx Lorioli, Pict.
Kinixys Gaudini, Pict.
Acerotherium sp., voisin de **A. minutum**, Cuv.
Acerotherium aff. platyodon, Mermier (**A. Gannatense**, Duvernoy, de Berne).

et comme Mollusques assez caractéristiques :

Unio flabellatus, Goldf.
Limnæa pachygaster, Thom.
— **urceolata**, Braun.
— **subullata**, Sandb.
Helix moguntina, Desh.
— **Lausannensis**, Dumont et de Mortillet.

Parmi les plantes, sur 211 espèces actuellement connues, il y en a 58 ; tout à fait spéciales à ce niveau, 114 sont Aquitaniennes et 50 à 87 passent dans les couches supérieures, jusqu'à l'Œningien.

Molasse marine. — Lorsque l'on suit le ravin du Flon, où les couches sont restées horizontales, on voit peu à peu les bancs de Molasse grise augmenter d'épaisseur, le grès devenir un peu plus grossier, et on y trouve, comme cela arrive sur le plateau d'Epalinges, de petites formes d'huîtres peu déterminables (*O. aff.*

caudata, Münst), indiquant les premiers bancs de la Molasse marine; il y a ainsi passage insensible de la Molasse d'eau douce Langhienne aux couches de la Molasse Helvétienne. Les eaux douces du grand lac subalpin de la Molasse d'eau douce inférieure sont devenues peu à peu saumâtres, à mesure que la mer Miocène revenait du Nord de la Suisse, par suite de l'abaissement du fond de la dépression[1].

Ces premiers bancs de la Molasse marine ont fourni, aux environs de Lausanne, un grand nombre de débris de plantes : 92 espèces, dont 26 seulement sont spéciales, les autres sont encore des formes Langhiennes.

Ces bancs de grès Molassiques, généralement un peu plus grossiers que ceux de la Molasse d'eau douce inférieure, alternent avec de petits lits marneux, à mesure que l'on s'avance vers le Nord : dans la région d'Estavayer, ces couches n'ont guère que 100 mètres d'épaisseur, elles en ont 200 à Cormanon. Elles restent sensiblement horizontales et s'élèvent jusqu'à l'altitude de 900 mètres dans le Jorat. Elles sont bien développées, en particulier aux environs de Fribourg, tout le long de la rivière de la Broye ou de la Sarine, etc. Dans le canton de Fribourg, comme dans le canton de Vaud ou de Neuchâtel, les couches diffèrent peu et sont constituées par des grès verdâtres, quelquefois vert-bleuâtres, pouvant avoir toutes les épaisseurs possibles, et présentent souvent des stratifications entrecroisées avec quelques galets et noyaux de marnes. C'est au milieu de ces couches marines, et souvent à un niveau déjà assez élevé, que *s'intercale*, dans la région du Jorat, la formation connue des Géologues Suisses sous le nom de grès coquillier ou *Muschelsandstein*[2]. C'est un grès à grain de grosseur variable, renfermant toujours

[1] Le même phénomène se constate dans les dépôts correspondants (couches marneuses de la Weinhalde sur Münsingen.

[2] J'insiste à dessein sur cette intercalation, sur ce faciès particulier de la Molasse marine Helvétienne : le Muschelsandstein n'est pas en effet un étage superposé à la Molasse marine inférieure que je désignerai fréquemment sous le nom de *Molasse de Fribourg*, mais un simple faciès de cette dernière.

quelques galets roulés ; certaines parties constituent une véritable lumachelle, par suite de l'abondance des coquilles *(Tapes vetula?* Bast., *Tapes suevica,* Queenst). Il est généralement de couleur bleue, devenant un peu jaunâtre par suite de l'altération au contact de l'air.

La stratification de ces couches du Muschelsandstein est généralement inclinée, par rapport aux couches de Molasse qui les entourent. Partout ces bancs sont activement exploités : ce sont ceux du célèbre gisement de la Molière, de Seiry, Châbles, Estavayer, etc. Les carrières de Seiry, au Nord du village, montrent nettement l'intercalation de ces amandes de grès coquilliers, au milieu des couches de la Molasse marine ; en certains points on voit deux bancs de grès coquillier superposés, comme un peu au Sud de Châbles, près de Châtillon, à Nuvilly, etc., cela montre bien, que ce n'est qu'un faciès de la Molasse marine. Les galets du Muschelsandstein sont identiques à ceux que l'on rencontre dans la Molasse elle-même, à mesure qu'on s'avance vers les Alpes, dans ces couches particulières désignées par M. Gillieron, sous le nom de *grès à galets*[1] qui existent d'ailleurs à tous les niveaux de la Molasse marine. Ces galets, qui peuvent provenir du Flysch, sont surtout calcaires (Flysch calcaire ou Jurassique), de couleur claire et souvent perforés, d'autres plus foncés, d'origine alpine plus lointaine ; des roches siliceuses rouges, vertes, violettes, des quartzites alpins, des porphyres rouges, des granites à feldspath rouge ou vert, identiques à ceux du Flysch. Aucun de ces éléments n'a, dans cette région, une origine jurassienne ; ils ont tous été apportés par des torrents venus des Alpes. Les grès coquilliers, malgré leur nom, ne renferment que des moules de coquilles, souvent en mauvais état, des dents de Squales, très nombreuses, quelques ossements de Tortues et de Mammifères terrestres dont l'existence s'explique puisqu'on a affaire à des couches de charriage ; j'ai recueilli moi-même aux environs d'Estavayer et de la Molière :

[1] Pour les distinguer de la nagelfluh. Miocène plus récente.

Ostrea gingensis, Schl.
Tapes suevica, Queenstedt.
Natica millepunctata, Lam. ?
Lamna cuspidata, Ag.
— **elegans**, Ag.
Lamna contortidens, Ag.
— **denticulata**, Ag.
Oxyrhina hastalis, Ag.
— **leptodon**, Ag.
— **Desori**, Ag.

et comme autres vertébrés :

Crocodiles, dents et plaques dermiques.
Trionyx, fragment de plastron.
Halitherium sp., côtes et vertèbres.
Palæomeryx sp., calcareum.
Rhinoceros sp., débris de dents et ossements.

Ces formations de grès coquillier et de grès à galets, avec lesquels ils sont évidemment en rapport, sont les indices d'une faible profondeur de la mer. Aussi, MM. Studer et Gilliéron ont-ils été amenés à admettre des mouvements du fond de la mer, pendant toute cette période, pouvant, en augmentant de nouveau la profondeur, permettre aux Grès Molassiques de se former de nouveau au-dessus du Muschelsandstein.

Dans la Molasse marine proprement dite, on trouve également, dans le Jorat, un certain nombre de points fossilifères (Epalinges, Mont Lucens, Montombert, Montevraz, Villengeau, Fribourg, etc.) à différentes hauteurs dans cette formation. Le plus souvent, les fossiles ne sont qu'à l'état de moules difficiles à déterminer. M. Mayer Eymar en a donné pour toute la Suisse une liste de plus de quatre cents espèces. Beaucoup, il est vrai, sont douteuses ; les plus caractéristiques sont les suivantes [1] :

Ostrea crassissima, Lam.
— **gingensis** Schl.
Pecten restitutensis, Font. (P. latissimus).
Pecten subbenedictus, Font. (P. benedictus.
Pecten præscabriusculus, Font (P. scabrellus).

[1] Je donne cette liste, en partie d'après des échantillons que j'ai recueillis moi-même, en partie d'après les collections des Musées de Lausanne, Fribourg, Berne sur des échantillons provenant de localités que j'avais visitées et dont le niveau stratigraphique m'était connu d'une façon certaine. Cette remarque s'applique pour toute cette étude sur la Suisse méridionale.

Pecten palmatus, Lam.
Cardium commune, Mayer, très abondant.
Cardium præcellens, May., très abondant.
Tapes helvetica, May.
Scutella helvetica, May.
Turritella turris, Bast.
Cidaris avenionensis, Desm.
Echinolampas scutiformis, Lesky,

qui sont tout à fait caractéristiques du Burdigalien.

Dans le canton de Fribourg ou de Neuchâtel, il n'existe pas de

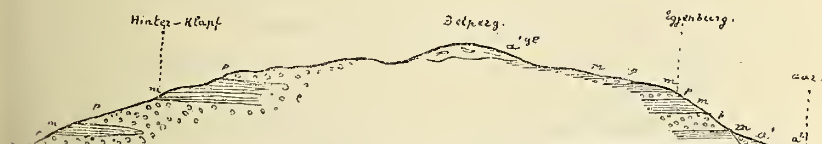


Fig. 31. — Coupe du Belpberg. Echelle : 1/25000.

Helvétien; *p* Poudingues polygéniques (Nagelfluh marine; *m* Marne et Grès fossilifères jaunâtres; *a'*gl Glaciaire; *a'* Alluvions anciennes postglaciaires; *a*² Alluvions récentes.

formations Tertiaires plus récentes que ces couches de Molasse marine inférieure elles ne correspondent qu'à une partie des formations marines qui existent dans la vallée du Rhône. Cette Molasse marine, avec ces bancs gréseux épais, sans trace de stratification, ces lits de cailloux intercalés, est identique à la Molasse Burdigalienne de la vallée de Rumilly.

Pour trouver des couches encore plus récentes, il faut nous diriger un peu plus au Nord-Ouest; les mouvements qui ont provoqué la transgression marine du second étage Méditerranéen ont en effet rejeté la mer, dans cette région, vers le Jura.

Entre Fribourg et Berne, on voit, au-dessus des couches de la Molasse marine inférieure, un ensemble épais de sables et de grès beaucoup plus jaunâtres que les couches précédentes et présentant souvent des intercalations locales de conglomérat et de marnes. Il est bien développé aux environs de Berne, au Belpberg, Münsingen, Imi, et, encore plus au Nord, vers Saint-Gall et Lucerne. Il correspond à l'Helvétien III de Mayer, ou à la Molasse subalpine de O. Heer. La coupe que j'ai

relevée au Belpberg peut donner la composition générale de cette formation (fig. 31).

Les fossiles sont très communs dans ces couches de la Molasse subalpine. M. Mayer-Eymar en cite près de cinq cents espèces; ceux qui m'ont paru les plus communs et dont la détermination est la plus certaine, sont les suivants :

Ostrea crassissima, Lann.
— **tegulata**, Münster.
Pecten Hermansenni, Dunk.
— **solarium**, Lm.
— **celestini**, Mayer.
— **palmatus**, Lamk.
— **præscabriusculus**, Font.
— **scabriusculus**, Math.
Pholadomya alpina, Mash.
Eastonia rugosa, Chemn.
Panopœa Menardi, Desh.
Turritella vermicularis, Brac.
— **bicarinata**, Eichw.
Ancilla glandiformis, Lam.
Columbella turonica, May.
Mitra fusiformis, Broc.
Cardium Darwini, May.
— **præcellens**, May.
Aria Fichteli, Desh.
Cardita Jouanneti. Bast.
Tapes vetula, Bast.
Lutraria gallensis, May.
Venus plicata, Gmel.
Corbula carinata, Duj.
Pleurotoma asperulata, Lam.
— **calcarata**, Grat.
— **semimarginata**, Lam.
Pirula cornuta, Ag.
Ficula condita, Brgt.
Tudicla rusticula, Bast.
Nassa baccata, Bast.

Ces assises du Belpberg se suivent près de Berne à Ostermündigen. On les voit nettement surmonter la Molasse marine inférieure. Leur position stratigraphique et leur faune les range dans le second étage méditerranéen.

A côté de formes qui, dans le Bassin du Rhône, sont à peu près exclusivement cantonnées dans le premier Etage Méditerranéen comme *P. præscabriusculus*, *P. palmatus*, qu'elles caractérisent surtout par leur abondance, et de formes existant déjà dans la Molasse marine de Fribourg [1], il en existe d'autres que l'on voit apparaître à ce niveau pour la première fois comme *Cardita Jouanneti*, *Cerithium lignitarum* etc., qui sont tout à fait caracté-

[1] M. Mayer Eymar a constaté qu'il y avait 55 pour 100 de formes existant déjà dans les couches Tertiaires plus anciennes; beaucoup également, comme dans le Bassin du Rhône (50 pour 100), se retrouvent dans le Pliocène d'Italie.

ristiques dans le Bassin du Rhône ou le Bassin de la Loire (Faluns de la Touraine) du deuxième Étage Méditerranéen. L'ensemble de la faune, comme l'a montré M. Depéret [1], correspond tout à fait aux couches de Grund en Autriche, ou de Salles en Touraine, dont la position, à la base du second Étage Méditerranéen, n'est pas douteuse.

Ces couches, avec sensiblement les mêmes caractères, et avec les mêmes formes caractéristiques, se retrouvent dans toute la Suisse orientale : c'est la Molasse marine de Saint-Gall, de Rörschach, de Bach, de Lucerne. Elles correspondent aux assises que nous avons vu, dans le Jura Bernois, être en transgression sur les assises du premier Étage Méditerranéen et même, sur les couches plus anciennes du Jurassique, en Thurgovie ou en Argovie, dont M. Rollier a fait son Etage *Thurgovien*.

Ce sont les derniers dépôts franchement marins de la Plaine Suisse : les eaux se sont peu à peu dessalées, à mesure que la mer se retirait vers le Nord-Est et perdait ses communications avec la Méditerranée, par la vallée du Rhône. Pendant la fin du Miocène moyen, la mer n'existe plus que dans le Bassin de Vienne (et encore plus à l'Est, au Pontien).

Molasse d'eau douce supérieure. — La dessalure progressive des eaux s'observe à l'Est de la Suisse, de la façon la plus nette. C'est ainsi que dans la Bavière les couches marines de la Molasse de Randen, qui correspondent exactement à la Molasse de Saint-Gall, sont surmontées par des couches saumâtres (couches de Kirchberg), et celles-ci par les couches d'eau douce de l'*Obere Süsswasser-Molasse* de la Bavière (sables et grés micacés avec marnes, lignites, et tout le long de la bordure alpine, des poudingues.

Il existait ensuite, dans toute la Plaine Suisse orientale, une vaste dépression lacustre, s'étendant sur une partie du Jura central, jusqu'au Locle et la Chaux-de-Fond, dans laquelle se déposaient dans les endroits tranquilles, des marnes et des calcaires d'eau douce avec bancs de lignites intercalés, et ailleurs des formations

[1] Depéret, *loc. cit.*, p. 240.

fluvio-lacustres (poudingues et sables) dont l'ensemble constitue la *Molasse d'eau douce supérieure* (Obere Süsswasser-Molasse) ou Œningien. La faune des mollusque, *Hélix sylvana*, *Hélix moguntina*, H. *inflexa*, *Planorbis Mantelli*, etc.), ainsi que la faune des Mammifères (Ellg, Käpfnach, Œningen, Jura etc.), rapprochent des couches lacustres de Mirabeau, dans la vallée du Rhône ou de Châteauredon (Basses-Alpes), et des dépôts sidérolithiques de la Grive-Saint-Alban, la Molasse d'eau douce supérieure qui, par suite, correspond au Miocène moyen (Vindobonien supérieur), aux couches marines Tortoniennes de la vallée supérieure du Rhône.

On ne connaît pas, dans toute la Plaine Suisse proprement dite, de dépôts Pontiens; il faut aller beaucoup plus à l'Est, dans la Bavière (vallée de la Traun) et dans l'Autriche, pour trouver les dépôts correspondant à cette période. Les lacs se sont comblés par l'apport de matériaux, en même temps qu'ils se vidaient, par suite des mouvements prépontiques.

La coupe schématique faite à travers les dépôts Tertiaires de la plaine occidentale de la Suisse, depuis le lac Léman jusqu'au Jura, m'a permis de caractériser la succession exacte des différentes assises du Miocène (sl.) de la Suisse et de justifier le parallélisme du tableau que j'ai donné plus haut (Pl. V., fig. 3).

Ces formations subissent des variations comparables à celles qui existent dans la vallée du Rhône et qui ont donné naissance souvent à de fausses interprétations; aussi les passerai-je rapidement en revue dans un court résumé, qui me permettra, en outre, de rendre compte des différents mouvements de la mer pendant la période Miocène.

VARIATIONS DE FACIÈS DES COUCHES TERTIAIRES SUPÉRIEURES DE LA SUISSE.

1° *Aquitanien* (Formation des lignites inférieurs de O. Heer). — Outre les dépôts franchement d'eau douce, comme ceux que j'ai étudiés aux environs de Lausanne, il existe encore

dans la Plaine Suisse des dépôts saumâtres. C'est ainsi, que, près de Lausanne même, à Saint-Sulpice, il existe des marnes jaune verdâtre, alternant avec une série de calcaires bitumineux et de grès gris verdâtre, contenant de nombreuses formes saumâtres :

Potamides margaritaceus, Lmk.
— **microstoma**, Desh.
Cyrena ovalina, Desh. **Cyrena Charpentieri**, Loc. **Cyrena** sp. (Nombreuses empreintes dans les marnes), associées à des formes d'eau douce ou terrestres :

Cyclas sp.
Helix Ramondi, Brgt.
Lymnæa pachygaster, Thomae.
Lymnæa urceolata, Sandb.
— **subullata**, Sandb.
Planorbis solidus, Brgt.

Ces couches, qui ne sont bien visibles que lorsque les eaux du lac Léman sont très basses, plongent fortement vers le lac; elles sont sur le flanc occidental du grand anticlinal de la Molasse suisse.

Il en est de même des couches représentant, comme celles-ci, un niveau tout à fait inférieur de l'Aquitanien (peut-être Tongrien supérieur) qui constituent la formation connue sous le nom de *Molasse rouge de Vevey* ; il ne faut pas la confondre avec la Molasse rouge des Géologues Suisses, qui représente un niveau supérieur de l'Aquitanien. Elle existe aux environs de Vevey, sur la rive droite du lac Léman et sur la rive gauche à Saint-Gingolph et au Bouveret : la présence, au milieu des bancs de grès rouges et gris et de marnes rouges, de plantes telles que *Laminaria latilobata*, Heer, ainsi que le faciès même de ces couches, indiquent également des dépôts saumâtres.

Les dépôts à *Potamides* et à *Cyrènes* se retrouvent encore, le long des Pléiades, au coude de Fegyre (Veveyse) renversées sous le Néocomien et plus au Nord à Oulens, Epautaires près d'Yverdon, à Hochfürren près de Huttweil (canton de Berne).

C'est également à ces dépôts inférieurs de l'Aquitanien, qu'il faut rapporter sans doute, les grès de Ralligen *(Ralligensandstein* de Studer) par lesquels débutent les formations Tertiaires de la plaine aux environs de Berne, près le lac de Thoune ; les dépôts de

Wäggis et de Bregenz. Le *Ralligensandstein* est un grès gris bleuâtre, à cassure esquilleuse, accompagné de marnes de même couleur, quelquefois rougeâtres, dans lesquelles on a signalé :

Cardium Heeri, Mayer.
Cyrena convexa, Brongt.
Cyrena semistriata, Desh.
Dreissena Basteroti; Desh.
Melanopsis acuminata, Sandb.
Halitherium Schinzi, Kaup (musée de Berne).

avec quelques plantes très caractéristiques comme :

Sabal major, Ung.
Podocarpus eocenica, Ung.
Dryandra Schrankii, Heer (que l'on retrouve à Wæggis).

ensemble présentant des caractères Aquitaniens inférieurs francs.

Plus à l'Est, dans la région des Hohen-Rhonen, de Schännis, les dépôts avec lignites, qui appartiennent, comme l'a montré O. Heer, par l'étude de la flore, à un niveau assez élevé de l'Aquitanien, sont franchement saumâtres, et enfin, en dehors de la Plaine Suisse proprement dite, dans le Würtemberg et la Bavière, dans la vallée d'Andelsbach, à Zell et à Hausen, on trouve encore des dépôts saumâtres à *Pot. plicatus* et *Pot. margaritaceus*. En particulier, la bande méridionale ou subalpine des dépôts Tertiaires de la Bavière orientale, présente de nombreux dépôts saumâtres, et, ces dépôts offrent un caractère marin encore plus accusé : aux formes saumâtres habituelles, *Potamides*, *Cyrenes*, sont associées des espèces plus franchement marines comme :

Mytilus Aquitanicus. Bast.
Psammobia aquitanica. Bast.
Arca cardiformis. Bast.
Ostrea cyathula. Lam.
Melongena Lainei. Bast.

Il y a à remarquer aussi que, dans cette bande méridionale, il y a passage insensible des couches Aquitaniennes aux couches Miocènes. Dans cette région, l'axe du synclinal Tertiaire, pendant l'Aquitanien et le début du Miocène, était beaucoup plus près des Alpes que du Jura.

Dans le bassin de Vienne (Hornerschichten), les couches infé-

rieures représentant l'Aquitanien sont saumâtres et passent à des couches également saumâtres (sables de Loibersdorf), qui représentent le Miocène inférieur.

On doit donc conclure de là, comme je l'avais annoncé dans le chapitre relatif à l'étude des terrains Nummulitiques, que le mouvement Est-Ouest de la fin de cette période avait rejeté les eaux dans un grand géosynclinal, s'étendant en dehors des premières chaînes du Genevois ou des Préalpes, depuis les environs de Chambéry (Aix-les-Bains), jusque dans le bassin de Vienne.

Les eaux franchement marines du flysch calcaire et gréseux s'étaient peu à peu dessalées, ne laissant subsister comme témoins, que quelques lagunes saumâtres répandues dans toute la région. Les couches franchement marines de l'Aquitanien n'existent que bien à l'Est des *Horner schichten*, où nous trouvons une série complète de dépôts saumâtres, pendant toute la durée de l'Aquitanien et du Miocène inférieur. Elles sont lacustres plus à l'Ouest et au Sud. Le faciès saumâtre augmente, en effet, d'importance et envahit des couches de plus en plus récentes.

Les dépôts Aquitaniens, comme d'ailleurs la plupart des dépôts Miocènes, et de la Plaine Suisse et de la vallée du Rhône, présentent encore, à mesure que l'on se rapproche des Alpes, d'autres modifications qu'il est intéressant de mettre en relief. Une coupe E.-W. (Pl. V. fig. 4), prise de Lausanne aux Pléiades, permet de se rendre compte de ces modifications.

On voit en effet, au delà de Belmont, s'intercaler, au milieu des couches de marnes et des grès Aquitaniens, un poudingue d'origine fluvio-lacustre connu depuis longtemps des Géologues Vaudois sous le nom de *Poudingue de Lavaux* et qui atteint une altitude de près de 1000 mètres au mont Pélerin, point culminant du Jorat. Il forme un immense amas, allant en se rétrécissant vers le Nord. Ces bancs de poudingues, très réguliers, de 10 à 15 mètres d'épaisseur, sont formés de galets surtout calcaires, fortement cimentés, parfaitement arrondis, souvent impressionnés, provenant du Dogger et du Nummulitique, avec quelques galets de silex du Néocomien ou du Jurassique. Les roches cristallines y sont extrêmement rares;

ces caractères leur donnent un aspect tout particulier, très caractéristique, et permettent de distinguer ces poudingues et de ceux plus anciens des Voirons, et de ceux de la Nagelfluh miocène du Nord de la Suisse, dont j'aurai à parler un peu plus loin, et des brèches locales Aquitaniennes que j'ai signalées dans un certain nombre de points du Jura.

Ces couches de poudingues viennent reposer, par une faille, sur les couches de la Molasse rouge de Vevey. Comme le montrent les affleurements du lit de la Veveyse, à l'Ouest, ils s'intercalent dans les couches de la Molasse à lignites de Belmont. La paléontologie vient d'ailleurs apporter des arguments décisifs, au sujet de leur âge Aquitanien : les célèbres gisements de plantes de Rivaz inférieur, de Rivaz supérieur et du moulin Monod, ont fourni à O. Heer plus de deux cents espèces de plantes et lui ont permis de rapporter ces couches au niveau de la Molasse à lignites des environs de Lausanne. Au moulin Monod, en suivant le lit du torrent, on coupe successivement cinq bancs de poudingues séparés par des lits de marnes et qui reposent sur la Molasse rouge de Vevey; toutes ces assises plongent régulièrement vers l'Est.

Ces gisements à plantes du moulin Monod, se retrouvent en suivant les couches vers Saint-Saphorin.

Malgré la rareté des fossiles dans les parties supérieures de ces poudingues, il n'est pas douteux que cette formation a dû se continuer pendant la formation de la Molasse grise de Lausanne, car, en certains points (entre Châtel-Saint-Denis et Semsales), ils sont directement recouverts par la Molasse marine. A l'Est de la Veveyse, ils présentent une alternance de grès et de poudingues, due à des variations dans la vitesse du courant du fleuve amenant ces matériaux des Préalpes. On les voit nettement dans la baie de Clarens, former un synclinal dans la Molasse rouge[1].

Ces dépôts dont l'origine fluvio-lacustre ne fait aucun doute

[1] Ce fait, qui a été mis en évidence par MM. E. Favre, H. Schardt est une objection sérieuse à l'hypothèse suivant laquelle la Molasse rouge se continuerait sous les Préalpes d'après la théorie du recouvrement émise par le dernier auteur.

pour personne, se terminent en pointe vers le Nord, formant un vaste triangle dont la base repose sur le lac Léman.

Au delà, dans la région à l'Est de Fribourg et de Berne, l'Aquitanien, sous son facies habituel de Molasse à lignites, ne présente plus d'intercalations de poudingues ; cette Molasse est identique à celle que j'ai décrite dans le ravin de la Paudèze, près de Lausanne ; c'est à ce niveau qu'appartiennent les lignites d'Oron, Boudry, etc.

Plus à l'Est encore, dans la Suisse centrale et orientale, la Molasse aquitanienne, au lieu d'affleurer surtout contre les Alpes, forme deux bandes presque continues au Sud (bande subalpine) et au Nord (bande subjurassienne) de la plaine. Dans la région du Jorat, il existe également des dépôts Aquitaniens le long du Jura, constituant la Molasse rouge Aquitanienne du pied du Jura de M. Schardt. Mais ici, ces dépôts sont entièrement différents comme faciès de ceux de la bande subalpine.

Aquitanien du pied du Jura. — Ces dépôts ont donné lieu à des travaux de Gaudin, Jaccard, Dollfuss, et ils ont été bien étudiés encore plus récemment par M. Schardt dans sa Notice sur la Molasse rouge et le terrain sidérolithique du pied du Jura *(Bull. Soc. Vaud.* XVI, p. 609, 1880). On peut y reconnaître deux faciès bien différents.

1° Un faciès *torrentiel* (M. Schardt) qui comprend des dépôts dont les matériaux sont exclusivement jurassiens et ne renferment pas de mica : ils ont été formés par des eaux qui descendaient du Jura. Le Jura présentait en effet, au moins dans la région des Hautes-Chaînes, un relief, que j'ai constaté à maintes reprises au cours de cette étude. Ils se rattachent nettement aux dépôts de l'intérieur du Jura. Ils renferment des gompholithes [1] de cailloux Crétacés, avec fossiles remaniés et des éléments empruntés aux terrains sidérolithiques. Le ciment est calcaire : c'est ce que j'ai signalé à Sainte-Croix, à Narlay, dans la vallée de Chambéry.

[1] Gompholithes d'après M. Schardt, conglomérat monogénique. Ces dépôts sont bien l'indice d'un relief dans le Jura.

Ces gompholithes alternent avec des grès siliceux ou calcaires, gris ou brunâtres, quelquefois imprégnés de bitume, et des couches de marnes rouges.

Ce faciès que j'appellerai le *faciès jurassien* est assez nettement limité entre Montcherand, Orbe, Arnex, Orny et Pompaples. Les seuls fossiles qui aient été signalés jusqu'à présent se rapportent à l'*H. rugulosa* G. v. Martens.

2° Un faciès à stratification régulière ou mieux *faciès alpin*, existant en dehors des limites précédentes, où il n'y a plus de gompholithes, mais des grès micacés gris, marneux, avec des marnes rouges violacées, superposées directement à l'Urgonien à Mormont; il y a passage entre ces deux faciès vers Montcherand. On avait là un point où, dans le grand lac Aquitanien subalpin, venaient déboucher des torrents descendus du Jura ne déposant plus à l'Ouest, que les formations calcaires précédentes. Les dépôts à faciès alpin sont tout à fait comparables à ceux du Plateau des Bornes, avec couches de grès durs Molassiques intercalés, non fossilifères.

Au Sud, vers Genève, les dépôts Aquitaniens du pied du Jura y sont peu développés. Ce sont ceux de Tutigny près de Gex, ou de Farges au pied du Vuache, à l'état de grès gris verdâtre, micacés, qui appartiennent encore, comme les autres dépôts des environs de Genève, au faciès alpin de l'Aquitanien.

Dans le Nord de la Suisse, le lac subalpin atteignait à la fois les premières chaînes alpines et aussi le pied du Jura. C'est surtout dans la bande méridionale (Schattenberg, Righi, Rossberg, Hohen Rhonen) que l'on voit apparaître le faciès fluvio-lacustre avec des bancs de cailloux *(Nagelfluh)*, indiquant toujours des fleuves, apportant des matériaux des parties déjà soulevées de la chaîne des Alpes. Ces bancs de poudingue polygéniques sont bien développés au Righi; ce sont eux en effet qui constituent toute la masse de la montagne.

Aux environs de Lucerne, les dépôts Aquitaniens qui forment deux bandes parallèles, suivant les deux axes anticlinaux de la Molasse, qui existent dans cette région, se présentent à l'état de

marnes rouges, passant parfois au bleu ou au gris; c'est la molasse rouge typique des environs de Lausanne.

Dans le Hohen-Rhonen (canton de Zug), il existe des couches de lignites très répandues à ce niveau dans toute la Suisse et qui ont fourni, avec de nombreux restes de plantes marécageuses, (Cypéracées, Fougères), ayant une grande analogie avec la flore de Monod, quelques restes de Mammifères tout à fait caractéristiques : *Amphicyon intermedius*, *Rh. Goldfussi*, *Dremotherium antiquum*, *Microtherium Renngeri*, *Hyotherium Meissneri*. C'est également à ce niveau qu'appartiennent les lignites de *Bumbachgraben* et, dans la bande septentrionale, d'*Aarwangen*, de *Dettighoffen*, avec *Anthracotherium hippoïdeum* Rütim, *Microtherium Cartieri* Meyer. D'une manière générale, comme l'a remarqué M. Depéret, la faune est bien caractérisée par ses *Anthracolherium*.

Molasse grise (Langhien = Burdigalien inférieur).

Je viens de montrer que, dans la Suisse orientale, la Bavière ou le Bassin de Vienne, il y avait, en un grand nombre de points, continuité entre les dépôts Aquitaniens et les dépôts Miocènes ; aussi cela explique pourquoi l'on ne trouve les dépôts de la molasse grise de Lausanne, faciès d'eau douce de la base du Miocène, que dans la Suisse occidentale, depuis Grésy-sur-Aix, prés de Chambéry jusqu'aux environs du Ruppen. Plus à l'Est de cette dernière localité, ces dépôts lacustres sont remplacés par des dépôts plus ou moins saumâtres et marins (couches de Kaltenbach en Allemagne, de Loibersdorf et de Gaudendorf dans le Bassin de Vienne).

Ces couches forment une longue bande parallèle aux chaînes alpines, par Saint Gall, Oberägeri, Aarwangen, Eriz, Delsberg, Berne (Boucle de l'Aar), Fribourg et Lausanne. Elles se retrouvent à l'Ouest, jusque sur le bord du Jura, au pied des premières chaînes : au sud du lac de Bienne, à Moudon, à Payerne, sur le lac de Neuchâtel et, avec un faciès un peu particulier, dans quelques-uns des synclinaux du Jura bernois qui communiquaient à cette époque avec la dépression lacustre de la plaine.

[1] Ch. Depéret, *loc. cit.*, p. 235, 1893.

Le faciès général de ces dépôts varie peu; il me faut seulement signaler la fréquente intercalation de bancs calcaires dans les lambeaux existant près du Jura ou au Sud dans la vallée de Rumilly, intercalations qui s'expliquent d'ailleurs facilement par le voisinage des chaînes calcaires du Jura plus ou moins émergées. C'est à ces couches qu'appartient la formation désignée par M. Studer sous le nom de *Knauer-molasse*[1] (molasse à grumeaux). Les marnes du Langhien sont souvent bariolées et ont à peu près la même puissance que les grès. Il est à remarquer qu'à mesure qu'on s'éloigne du pied du Jura et qu'on s'avance vers les Alpes, les marnes diminuent alors que les grès deviennent prédominants : j'ai déjà mis ce fait en évidence pour les dépôts lacustres au Sud du lac Léman. Ces couches de grès qui caractérisent ce que j'ai désigné plus haut, sous le nom de faciès alpin de ces dépôts sont les mêmes, quel que soit leur âge ; aussi il arrive fréquemment, comme aux environs de Fribourg, qu'il est presque impossible de séparer le Langhien de l'Aquitanien ou de la Molasse marine Helvétienne.

Au voisinage des Alpes on trouve fréquemment des intercalations de bancs de poudingues (surtout à éléments calcaires) peu importantes, sauf à Mettlen et Wattenwyl. Ces poudingues proviennent nettement du Flysch. Enfin, à Eriz, Schangnau, au Nord-Est de Ralligen, on a une Nagelfluh polygénique alternant avec des bancs de marnes sablonneuses, ayant fourni des restes de plantes caractéristiques du Langhien ; ces dépôts sont en discordance sur les grès de Ralligen.

Les formes les plus caractéristiques de cette formation sont avec celles que j'ai déjà citées de Lausanne[2] :

Acerotherium aff. platyodon, Mermier (**Gannatense**, Duvernoy) (Engehalde) (Musée de Berne).
Palœomeryx Scheuzeri (Rappenfluh v. Meyer).
Hyotherium Meissneri v, Meyer.

[1] B. Studer, *Beiträge zu einer Monographie der Molasse*, p. 97, 1825.
Id. *Géologie der Schweiz*, vol. II, p. 353, 1853.

[2] Les principales localités fossilifères de ce niveau sont : Rappenfluh, Statgrabe près Burgdorf, les Cheires près du lac de Neuchâtel.

Molasse marine. — Dans la Suisse occidentale, j'ai déjà signalé les particularités les plus importantes que présentent ces assises inférieures de la Molasse marine: grès coquillier (Muschelsandstein), et grès à galets, de M. Gilliéron. Ces dernières formations ne tardent pas à augmenter beaucoup de puissance lorsqu'on se dirige vers l'Est ou vers les Alpes (Gibloux, Pont-la-Ville, Monteiraz, Guggisberg, canton de Fribourg), ces bancs présentent tous des cailloux impressionnés, d'autres sont écrasés et les fissures sont remplies par la Molasse : les galets calcaires ou cristallins paraissent tous provenir du Flysch. C'est avec cette assise qu'apparaissent les *Mastodontes* pour la première fois[1].

Molasse de Saint-Gall (Helvétien, s. st.). —Les modifications que subissent les couches de la Molasse subalpine sont tout à fait comparables à celles de la Molasse marine de Fribourg, sauf cependant la modification que le voisinage du Jura fait subir à ces dépôts, le long de l'Argovie, où ils reposent directement sur les calcaires Jurassiques. Les dépôts du Randen, d'Herznach, Wölfliswyl, Ucken, sont surtout calcaires, formant des bancs peu épais, séparés par des lits marneux très fossilifères. Cette bande se suit depuis le canton de Bâle (Waldenburg, Tenniken, Diegten, Kauerkinden, Runeburg), à travers le Frickthal et le Klettgau jusqu'au Randen, et à Wiechs, Eptenhofen, Thengen, Lindenbühl, et d'après M. J. Schill jusqu'à Klausenhof (où ils atteignent 900 mètres d'altitude), au Sud de la Souabe jusqu'à Nordlingen Donauerschingen.

Ces dépôts, qui correspondent au maximum d'extension de la mer Miocène, sont en transgression sur tous les autres dépôts plus anciens. Ils débutent souvent par un conglomérat (Zollhaus), comme nous l'avons vu dans les synclinaux du Jura, où ils sont nettement superposés aux couches de la Molasse marine du premier

[1] L'étude de la faune des vertébrés du Burdigalien marin de la Suisse de M. Studer, qui a bien voulu me communiquer ses matériaux pendant mon séjour à Berne, n'étant pas encore parue, je ne puis que citer comme formes connues de ce niveau, avec des Poissons, *Hyotherium Meissneri*, v. Mey. *Chæromorus mamillaris*, Lort. *Palæomeryx* sp. *Listriodon splendens*, v. Mey. *Tapirus helveticus*, v. Mey. *Mastodon*, *Rhinoceros Sansaniensis;* ces formes seront d'ailleurs revisées par M. Studer.

Étage Méditerranéen. Leur faciès et leur position transgressive les avaient fait ranger par M. MAYER-EYMARD sous le nom d'Helvétien I, tout à fait à la base du Miocène. L'étude de la faune de Mollusques marins a permis depuis longtemps, à M. MAYER lui-même, de les paralléliser avec les dépôts de la Touraine qui appartiennent, non au début du Miocène, mais au second Etage Méditerranéen; ils correspondent, en Touraine, également au maximum d'extension de la mer Miocène.

M. DEPÉRET[1] considère avec raison ces couches de Randen comme représentant un faciès littoral de la Molasse de Saint-Gall.

Molasse d'eau douce supérieure. — Bien caractérisée à la fois par sa position stratigraphique et par sa faune de Mammifères, sa belle flore indiquant un climat tout à fait méditerranéen, elle est surtout développée en dehors de la région occidentale que j'ai particulièrement étudiée et les détails que j'ai donnés plus haut suffisent pour lui rattacher les dépôts correspondants des synclinaux du Jura. Je reviendrai d'ailleurs un peu plus loin sur l'étude des poudingues si développés à ce niveau. Elle me paraît d'ailleurs correspondre à toute la fin du Miocène moyen.

DISLOCATIONS DE LA MOLASSE SUISSE.

Si ces couches Tertiaires de la Molasse Suisse sont, dans leur ensemble, régulièrement disposées en fond de bateau se relevant à l'Est et à l'Ouest contre les Alpes et le Jura, et sensiblement horizontales dans le centre du Bassin, les mouvements de la fin du Miocène ont en outre affecté d'une façon encore plus sensible les couches Tertiaires, surtout au voisinage des chaînes alpines.

Les dépôts Pontiens sont jusqu'à présent complètement inconnus dans toute la Plaine Suisse ; aussi ne m'est-il pas possible de rapporter les dislocations de la Molasse Suisse à une époque précise du

[1] CH. DEPÉRET, *loc. cit.*, p. 243, 1893.

Miocène, comme j'ai pu le faire pour le Jura méridional en Savoie. Le seul effet des mouvements prépontiens a sans doute été d'assécher les lacs de la fin du Miocène moyen.

Les dislocations qui ont affecté les couches Tertiaires, les transportant jusqu'à plus de 2000 mètres d'altitude (2007 mètres à Speer, 1847 mètres au Righi) sont concomitants des grands mouvements alpins de la fin du Miocène.

La plus anciennement connue et la mieux étudiée de ces dislocations constitue l'accident orogénique, désigné depuis longtemps par les Géologues Suisses; sous le nom de *ligne anticlinale de la Molasse*, elle traverse toute la Suisse et une partie de la Bavière, sur une longueur considérable. Je me contenterai, n'ayant aucun fait nouveau à rapporter, à résumer brièvement ce qui est connu à ce sujet.

Cet anticlinal naît au milieu de la plaine de Rumilly, près du Fier à Lovagny (Chavanod), se dirige sensiblement S.-W. N.-E. par la Balme de Sillingy, le Pont de la Caille, Cruseilles, Etrembières, subissant, comme l'a montré Maillard[1], deux décrochements horizontaux qui en brisent l'axe longitudinal, à la hauteur de la Balme de Sillingy et le second vers Cruseilles. La première de ces failles paraît se prolonger, au Nord, dans le chaînon du Vuache[2]. Au delà du Salève, il nous faut, avant de constater de nouveau l'existence de l'anticlinal, aller jusqu'à la colline de Boisy : les petits affleurements de Monthoux montrent seulement les couches redressées contre le prolongement de la direction de l'anticlinal du Salève. Interrompu par le lac Léman, il réapparaît à Lausanne. Près de cette ville, on constate l'existence d'un anticlinal dans les couches de la Molasse grise de la colline de Bellevue[3]. A partir de là, on peut le suivre d'une manière à peu près continue. La direction forme une ligne flexueuse et ondulée située à peu près à

[1] Maillard, *loc. cit*, *Bull.* n° 22, p. 9, 1891.

[2] J'ai déjà dit plus haut ce que je pensais de son prolongement au Sud, comme le veulent Maillard et M. Haug, dans le décrochement hypothétique, au niveau du lac d'Annecy, des plis des Bauges.

[3] Pendant mon séjour à Lausanne, j'ai pu constater son existence, grâce aux travaux effectués pour la construction d'une nouvelle route et dans les fondations d'une maison.

10 kilomètres de la première chaîne alpine. La voûte anticlinale est souvent remplacée par une faille ou une série de failles. On la connaît au Grüsisberg, et d'une manière continue dans la Molasse du lac de Thoune, à Bregenz, sur les bords du Rhin. Au delà elle se prolonge au N.-E. dans la Bavière jusque sur la rive gauche de l'Isler. Elle atteint plus de 370 kilomètres de longueur totale.

A l'Ouest de cet accident principal, dans la Suisse occidentale, ou au Nord dans la Suisse orientale, jusqu'au Jura, on ne connait que de petits accidents locaux ; dans les couches tertiaires, les couches se relèvent contre les chaînes calcaires, seulement tout à fait au voisinage de ces chaînes [1]. Il n'en est pas de même du côté des Alpes.

Depuis longtemps déjà, en effet, dans la région de Lucerne, M. Kaufmann a signalé un autre axe anticlinal dans la Molasse. plus rapproché des Alpes calcaires que le précédent. Dans cette région, les couches inférieures de la Molasse sont à l'état de marnes, disposées en couches verticales, formant les axes des deux anticlinaux depuis Tschangnau (canton de Berne), à l'Ouest, jusqu'au delà de la frontière suisse à l'Est. Les couches du deuxième anticlinal sont, comme celles de tous les plis alpins de la région, renversées vers le Nord ; aussi plongent-elles toutes vers le Sud (Rossberg-Righi) et vers le Nord dans le Bassin de la Linth. L'anticlinal septentrional (anticlinal principal), de Risch au lac de Zug, suit la base Nord des Hohe Rhonen près de Pfaffikon, Utznach, etc., avec toujours son noyau formé par la Molasse rouge; l'anticlinal méridional va depuis la base Nord du Rossberg, par Einsiedeln, jusque dans la vallée de la Linth.

En dehors de cet accident que l'on peut suivre sur une assez grande longueur, il existe dans toute cette région préalpine de nombreux accidents locaux, plus ou moins importants : plis, failles, etc. La coupe E.-W. de Lausanne aux Pléiades nous donne une idée des nombreux plissements qu'ont dû subir les couches. Les deux

[1] D'après M. Mühlberg (carte géotectonique du N.-W. de la Suisse), au Nord de Melligen, entre la Limmat et la Reuss, il y aurait un indice de plissement de la Molasse.

failles principales de la Veveyse et de Montreux se suivent sur une certaine longueur au Nord ; je rappelle ici également les nombreuses failles qui découpent le plateau de Belmont (pl. V, fig. 4).

Dans la région de Fribourg, les couches Molassiques présentent en particulier des failles considérables, dont l'une, qui va depuis Chapelles jusqu'au delà de la Semse, est sensiblement parallèle à la ligne de faite de l'anticlinal principal ; d'autres amènent au jour en particulier les grès de Ralligen, près du lac de Thoune. Toutes ces failles sont contemporaines de l'anticlinal, et d'après M. Gilliéron dateraient des mouvements qui ont exondé le fond de la mer; une autre faille plus récente sépare la Molasse d'eau douce du Flysch.

Les mouvements de compression latérale exercée par le soulèvement des Alpes sur le sol Tertiaire ont amené peu à peu les couches à être complètement renversées et produit par suite, la superposition des terrains Crétacés ou Jurassiques aux terrains Tertiaires.

En dehors de la Suisse occidentale, l'on constate, comme il est facile de le voir par un simple examen des coupes détaillées, publié par les Géologues Suisses, que des phénomènes analogues se sont produits au Sud de l'anticlinal principal de la Molasse : la chaîne des Voirons, mont Vuant, Pléiades et Flysch plissé du Nord du lac de Thoune, me paraissent se rapporter de la façon la plus nette à ces plissements Tertiaires.

CHAPITRE IV

DÉPOTS PLIOCÈNES ET PLÉISTOCÈNES

En étudiant, dans les chapitres précédents, les différents dépôts Tertiaires antérieurs au Pliocène, j'ai donné quelques détails sur les terrains plus récents qui pouvaient exister dans les mêmes synclinaux; aussi serai-je très bref sur ces derniers dépôts, dont l'étude particulière détaillée est encore tout entière à faire.

Dans tout le Jura central, la Plaine Suisse, dans le Bassin de Mayence et la Bavière, on ne connaît pas de dépôts se rapportant d'une manière certaine au Pontien. Il en est de même pour les dépôts du Pliocène inférieur et moyen qui n'existent que beaucoup plus à l'Est. Ces dépôts existent au contraire dans la vallée du Rhône où je les ai déjà étudiés : les mouvements prépontiens, et surtout ceux qui correspondent aux grands mouvements alpins, ont séparé complètement, d'abord par la région des hautes chaînes du Jura, puis par le Jura tout entier, la Plaine Suisse de la vallée du Rhône qui ont eu chacune une histoire géologique indépendante.

Les dépôts du Pliocène supérieur (Sicilien = Cailloutis des Hauts Plateaux) d'origine alpine forment, comme je l'ai montré plus haut, dans la vallée du Rhône une nappe puissante, s'abaissant rapidement vers le thalweg du fleuve, et s'élevant au contraire à des altitudes de plus en plus élevées lorsqu'on se dirige vers l'Est, soit vers le Jura (terrasses successives jusqu'à celle de 380 mètres), soit vers les Alpes. Si l'on prolonge la nappe de cailloutis Pliocènes vers l'Est, avec sensiblement la même pente (ce serait celle du

fleuve qui les a déposés), on atteint bien vite une altitude considérable, bien supérieure, par exemple, à celle des premières chaînes jurassiennes.

Il en est de même dans la région jurassienne proprement dite, et la découverte de cailloutis Pliocènes, que j'ai faite à 1096 mètres d'altitude, dans le vallon de La Chaux et Noirvaux près de Sainte-Croix, celle des cailloux de quartzites d'origine alpine, signalée par M. Dupasquier, aux environs de Neuchâtel, à des altitudes presque aussi élevées, était pour ainsi dire prévue d'après les constatations de MM. Delafond et Depéret dans la Bresse. Ces cailloutis alpins existent, non seulement à la surface des dépôts Tertiaires comme à Sainte-Croix, mais à la surface de tous les terrains crétacés ou Jurassiques du Jura Neuchâtelois.

Dans le Nord de la Suisse ou la plaine de Münich, on trouve, comme l'ont montré les études récentes des glaciairistes autrichiens et suisses[1], des dépôts d'alluvions, dont les plus anciennes, désignées sous le nom de *Deckenschotter* (alluvions des plateaux), caractérisées par l'altération beaucoup plus profonde de leurs éléments et l'altitude beaucoup plus élevée à laquelle on les rencontre généralement (près de Zürich 1000 mètres, plaine de Münich 700 mètres), sont tout à fait identiques aux dépôts du Pliocène supérieur des environs de Lyon ou du Jura. Dans ces régions de la Suisse et de la Bavière leur origine glaciaire est évidente.

Il en est de même encore plus au Sud dans la vallée du Rhône : MM. W. Kilian et H. Penck ont montré en effet que, dans la vallée de la Durance le Deckenschotter occupe une position très élevée au-dessus du thalweg actuel de cette rivière.

Dans la région alpine proprement dite et le Jura méridional, les

[1] Penck, Burcker et du pasquier, Le système glaciaire des Alpes, Guide publié à l'occasion du Congrès Géologique international *(Bull. Soc. Sc. Nat. de Neuchatel*, t. XXII, 1893-1894).

[2] W. Kilian et A. Penck, Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du Bassin de la Durance *(C. R. Ac. Sc. de Paris*, 17 juin 1895).

[3] M. Boule a signalé des formations analogues ravinant les couches de Miocènes supérieur du plateau de Lannemezan. Partout elles sont antérieures au creusement des vallées.

alluvions fluvio-glaciaires du Pliocène supérieur, si elles existent, doivent donc se trouver à une altitude considérable, au-dessus des vallées actuelles et non, comme le voudraient quelques géologues, dans le fond de ces vallées.

Les phénomènes glaciaires et fluvio-glaciaires de l'époque Pléistocène ont joué, dans toute la région que j'ai étudiée, un rôle considérable, à la fois, par la grande épaisseur des formations (vallée de Rumilly, plusieurs centaines de mètres) et par la grande étendue de territoire qu'elles recouvrent encore.

Dans la Plaine Suisse et la vallée du Rhône, ces dépôts ont été étudiés par un grand nombre d'auteurs, les dépôts Quaternaires des Bauges ou des vallées du Jura méridional, qui m'ont paru présenter quelque intérêt, ont été signalés au cours de l'étude des terrains Tertiaires, je n'y reviendrai donc pas ici.

Il en est de même pour les dépôts Quaternaires de la vallée de Chambéry, qui ont donné lieu à de nombreuses études de Pillet, Lory, et plus récemment de MM. Delebecque, Hollande, Révil et Vivien.

CHAPITRE V

RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION PENDANT LA PÉRIODE POSTNUMMULITIQUE

Déjà, pendant la période que j'ai désignée sous le nom de période Nummulitique et qui embrasse la fin de l'Éocène et tout le Tongrien, j'ai pu diviser la région que j'ai étudiée en deux parties :

1° Une partie orientale, formée par un grand géo synclinal, s'étendant sur toute la région des Alpes calcaires de Savoie, où se sont produits des mouvements S.-N. et E.-W. qui ont renvoyé la mer assez loin vers le Nord, rompu la communication qui existait tout le long des Alpes avec la région méditerranéenne, et, en même temps, ont déplacé peu à peu vers l'Ouest l'axe de ce synclinal ;

2° Une partie occidentale comprenant la Plaine Suisse, le Jura et la vallée du Rhône, en un mot toute la région où vont se former plus tard les dépôts Miocènes, alors émergée, et où ne se produisaient que des dépôts continentaux ou lacustres (dépôts sidérolithiques du Jura, calcaires d'eau douce Éocènes des environs de Neuchâtel).

Au début de l'Aquitanien, les chaînes alpines calcaires[1] sont complètement émergées et, c'est à l'extérieur de ces chaînes, que se trouve un grand géo-synclinal subalpin, dont la limite méridionale

[1] Non compris le Semnoz, qui forme un anticlinal intermédiaire entre les plis alpins et les plis jurassiens.

se trouve dans la vallée haute du Désert près de Chambéry et aux environs de Grésy-sur-Aix, recouvrant sans doute toute la partie septentrionale du Semnoz que les mouvements Nummulitiques n'avaient fait qu'ébaucher. Un lac, limité à l'Ouest dans cette région par la chaîne la plus orientale du Jura (Corsuet-Chambotte) se continuait parallèlement au pied du Jura, et à une certaine distance de ce massif montagneux : j'ai montré, en effet, que les dépôts Aquitaniens du Jura, avec leur faciès jurassien se distinguaient nettement des dépôts du reste de ce synclinal. Cette limite occidentale atteint le Jura aux environs de Neuchâtel, et englobe même, dans le Jura Bernois, les premiers synclinaux jurassiens ; la limite orientale est formée au Sud par la chaîne du Roc-des-Bœufs et au delà du lac d'Annecy, suit sensiblement le pied du Génevois puis des Préalpes du Chablais ou de la Suisse. Cette grande dépression lacustre, dans la Suisse orientale, s'étendait dans toute la région comprise entre le Jura et les Alpes, dans la plaine de Münich et jusque dans le Bassin de Vienne où les eaux sont restées saumâtres.

C'est dans ce bassin lacustre que se sont formés les dépôts Aquitaniens à faciès alpin : grès et marnes micacés avec quelques bancs de calcaire fétide intercalés, présentant souvent des couches ligniteuses (Oron, La Rochette, Thorens, Chavanod en Savoie, etc.). Les matériaux de ces dépôts sont d'origine alpine : le mica en particulier les caractérise parfaitement. On voit, en effet, les dépôts devenir de plus en plus micacés, à mesure que l'on se rapproche des Alpes : des courants ont cependant transporté ces sédiments alpins, jusque dans le Jura, à travers toute la Plaine Suisse.

Les matériaux de ces dépôts Aquitaniens sont identiques à ceux des couches supérieures du Flysch : j'ai insisté à plusieurs reprises sur la grande ressemblance, pour ne pas dire l'identité parfaite, des dépôts de la fin du Tongrien et de l'Aquitanien inférieur tout le long de la bordure alpine. L'origine de ces matériaux est donc la même, et ils proviennent de ces régions cristallines des Alpes, alors beaucoup plus élevées qu'aujourd'hui, et dont j'ai parlé, à propos de l'origine des roches exotiques du Flysch.

Dans certains points, par suite d'une orographie spéciale des régions voisines à cette époque, des fleuves apportaient des cailloux roulés, empruntés aux chaînes avoisinantes, formaient un vaste delta, comme celui des poudingues de Lavaux, aux environs de Vevey. En d'autres points, le voisinage des chaînes calcaires donnait aux dépôts un faciès plus calcaire, comme celui des couches avoisinant les chaînes du Jura (Sud de la vallée de Rumilly et pied du Jura).

Dans tout le reste du territoire que j'ai étudié, à l'Ouest de la région précédente, c'est-à-dire dans le Jura proprement dit et la vallée du Rhône, les dépôts Aquitaniens présentent un faciès tout différent : ce sont des marnes bigarrées et des calcaires lacustres [1], qui, généralement, forment des lambeaux épars et caractérisent des dépôts continentaux. Ce faciès jurassien est encore accentué par la présence de brèches d'éboulis dans un grand nombre de points, aussi bien dans l'intérieur des chaînes jurassiennes que sur la bordure du Jura. La présence de ces brèches et l'existence dans leurs éléments de roches calcaires d'origine assez éloignée, suffisent pour prouver l'existence d'un relief jurassien à l'époque Aquitanienne, relief peu accentué à la vérité, mais suffisant pour s'opposer à la communication des petits lacs où se formaient ces dépôts, dans la région Rhodanienne, en particulier, avec le grand bassin lacustre de la Suisse : les seules communications possibles de ce bassin, avec celui où se formaient les couches de la Molasse rouge du Dévoluy ou des Basses-Alpes, ne pouvaient avoir lieu, comme celles de la période Nummulitique, que le long du massif de Belledonne, par derrière le massif jurassien de la Chartreuse [2].

Cet état de choses persiste pendant le commencement de la période Miocène, pendant toute la durée de la formation de la Molasse grise de Lausanne en Suisse, de la formation des dépôts marins

[1] Il est bien évident, qu'en certains points du Jura les formations sidérolithiques caractéristiques des terres émergées ont continué à se produire.

[2] Les dépôts saumâtres à *Potamides*, d'âge douteux, qui ont été signalés à Coligny, dans l'Ain, se rattachent comme je l'ai montré plus haut, bien plutôt au golfe alsatique de l'époque Tongrienne qu'aux dépôts Aquitaniens.

à *Scutella Paulensis* du Sud de la vallée du Rhône. Quoique la distinction pétrographique soit, par cela même, extrêmement difficile à faire, entre les dépôts franchement Miocènes et les dépôts Aquitaniens, la présence de l'*Helix Lausannensis* de Mortillet m'a permis d'affirmer l'existence de ces dépôts Miocènes dans le plateau des Bornes, et même, beaucoup plus au Sud, jusqu'à Grésy-sur-Aix, presque à la limite méridionale du lac Tertiaire subalpin. Plus au Sud, jusque dans le Dévoluy, on ne connaît aucun dépôt marin ou lacustre de cette époque ; la région occidentale a continué à former une terre émergée, comme pendant la période précédente.

Dans le Jura, en effet, les dépôts du Miocène inférieur, dans tous les points où je les ai étudiés, ainsi que dans tous ceux où ils ont été signalés d'une façon certaine par différents auteurs, sont en relation intime avec les dépôts Aquitaniens (Sainte-Croix, Val de Verrières, Jura-Bernois) ; les dépressions lacustres Aquitaniennes ont continué d'exister jusqu'à l'invasion de tout le territoire par les eaux marines, alors encore situées beaucoup plus à l'Est.

La mer, en Suisse, comme dans la vallée du Rhône, n'a eu qu'un mouvement de transgression très faible, pendant cette période ; j'ai donné la limite du golfe marin de la vallée du Rhône, qui ne dépasse guère le Nord de la Drôme ; dans la Plaine Suisse on peut suivre les dépôts d'eau douce du Lausannien, jusque vers Zurich et ce n'est qu'au delà qu'il y a continuité du faciès saumâtre ou marin des dépôts Aquitaniens : plus à l'Est encore, les dépôts correspondants du bassin de Vienne (sables de Loibersdorf et de Gaudendorf) sont presque complètement marins ; il y a encore quelques *Potamides*, surtout à la base.

C'est à la fin du Burdigalien inférieur qu'il se produit un mouvement d'affaissement général, à la fois : dans la plaine Suisse, la vallée du Rhône et le Jura méridional, et les deux bras de mer qui existaient à l'Est, dans le bassin de Vienne et au Sud de la vallée du Rhône, se rejoignent, dès cette époque, au moment de la formation des dépôts marins de la Molasse marno-calcaire à *P. præscabriusculus*. L'extension géographique de cette forme

de *Pecten* est, en effet, tout à fait remarquable, depuis les rivages actuels de la Méditerranée jusqu'en Autriche : il est toujours très abondant à ce niveau, tandis qu'il n'est représenté que par un très petit nombre de formes, dans les dépôts supérieurs ou inférieurs[1]

Dans toute notre région, les dépôts marins ont ou un faciès littoral (poudingues), ou un faciès d'eau peu profonde : les sables et les grès sont prédominants. Il est à remarquer, en outre, que le mouvement d'affaissement, comme on le constate facilement, lorsqu'on étudie la distribution et l'allure des dépôts Burdigaliens, est tel, que l'axe du géosynclinal Miocène est resté sensiblement parallèle à celui du synclinal Nummulitique ou Aquitanien et encore un peu plus occidental que ce dernier; la Molasse marine ne paraît pas, en effet, avoir pénétré dans la région du plateau des Bornes, ou de la vallée de Leschaux, en Savoie, pas plus que dans la région tout à fait orientale de la Suisse, vers Vevey. Le Semnoz a été émergé complètement à cette époque et servait de rivage à la mer ; le Salève était déjà fortement ébauché.

Dans l'ancien lac subalpin des époques précédentes, la salure des eaux a augmenté peu à peu, permettant d'abord aux *Ostracés* de s'établir, comme nous l'avons constaté aux environs de Lausanne; les apports de matériaux alpins restaient d'ailleurs toujours les mêmes et donnaient naissance aux mêmes grès que dans les couches inférieures. Au contraire, dans la région jusqu'alors émergée, où les eaux marines amènent des matériaux alpins, on constate toujours, à la base des terrains Miocènes marins, la présence d'un conglomérat formé en général de roches locales, avec les mêmes roches cristallines que dans la Plaine Suisse, mais moins nombreuses.

Limites de la mer Burdigalienne. — Le bras de mer Burdigalien de la vallée du Rhône était largement ouvert dans la partie méridionale du bassin, s'étendant des chaînes subalpines jusqu'au pied du plateau central, entre Digne et Uzés; il se rétré-

[1] Je tiens à signaler l'existence de cette forme dans *tous* les dépôts burdigaliens du Jura, où elle a toujours été confondue avec le *P. scabrellus* Lam., forme Pliocène.

cissait au Nord de Montélimar, pour ne plus former, le long des chaînes subalpines, qu'un fjord étroit. La limite orientale est nettement indiquée par le chaînon le plus occidental du faisceau du Génevois, dans le massif de la Chartreuse ; au delà de Chambéry par la chaîne du Nivollet-Revard, montagne de la Cluse-Semnoz. Au Nord d'Annecy elle ne dépassait guère le Semnoz, et, dans toute la Suisse, suivant le pied des premières chaînes des Préalpes ou de leur prolongement dans la zone du Flysch, au delà du lac de Thoune, mais elle ne s'étendait pas aussi loin à l'Est que le lac de la Molasse d'eau douce inférieure.

La limite occidentale et septentrionale est plus difficile à préciser : j'ai montré que, dans la vallée du Rhône, elle ne dépassait pas Saint-Quentin et l'île Crémieu, puis passait, d'après les affleurements du Jura méridional et leur faciès, un peu à l'Est de Belley-Saint-Claude et, à partir de là, s'infléchissait vers le Nord-Est, puis vers l'Est, en décrivant une courbe sensiblement parallèle à la courbe que décrivent actuellement les hautes chaînes du Jura. Elle passait sensiblement au Sud de Pontarlier et, dans le Jura Bernois, le long de la ligne Chaux-de-Fonds, Noirmont, Undervelier ; au delà elle suivait sensiblement, à une petite distance, le pied du Jura jusque dans la Bavière, où l'axe du synclinal reste toujours très près de la chaîne des Alpes.

Origine des matériaux qui constituent ces dépôts.— Si, pendant la période Aquitanienne et Miocène inférieure, j'ai pu distinguer, d'après la nature des matériaux qui constituent ces dépôts, un faciès alpin et un faciès jurassien, il n'en est plus de même après l'invasion marine qui a permis aux courants de transporter les matériaux d'origine alpine, partout où cette mer existait. Partout en effet, on constate, dans les dépôts marins de cette époque, aussi bien dans la Plaine Suisse ou de Rumilly que dans les synclinaux du Jura, les mêmes éléments alpins. Dans le Jura, surtout dans le conglomérat de base, il y a prédominance des éléments calcaires locaux. On ne peut s'empêcher d'être frappé, lorsque, partant de la Plaine Suisse, on se dirige vers le Sud, jusque dans le Vercors, au delà de Grenoble, de l'analogie complète qui existe

entre tous les dépôts de la Molasse marine inférieure et aussi, de l'identité des matériaux de la Molasse d'eau douce inférieure, de Suisse ou de Savoie, avec ceux de la Molasse marine. Les premiers sont d'origine alpine; il en est de même des seconds, et c'est donc dans les Alpes qu'il faudra chercher en particulier l'origine de toutes ces roches, dites exotiques, de la plaine de Rumilly, de Chambéry et des environs de Grenoble, et non dans le Plateau Central, comme le voudraient certains auteurs.

La continuité dans l'apport des matériaux, le faciès alpin des dépôts marins de la région, m'entraînent à admettre que la Savoie, le Jura méridional, jusqu'au delà de Grenoble, la partie orientale de la vallée du Rhône, ont été envahis, à l'époque Burdigalienne par une mer venue du Nord[1], invasion marine d'ailleurs facilitée par l'existence, dans la plaine de Rumilly, jusque vers Chambéry, d'une grande dépression lacustre; elle ne rejoignait la mer du bassin du Rhône que très au Sud, à l'endroit où le fjord commençait à s'élargir, au niveau de la rivière de la Drôme.

La présence, à différents niveaux en Suisse, de bancs de *Muschelsandstein*, de bancs de poudingues ou de grès à galets, au milieu des dépôts sableux ou marneux, montre que le fond de cette mer peu profonde devait être soumis à une série de petits mouvements locaux, changeant, pour ainsi dire à chaque instant, la profondeur des eaux.

Miocène moyen. — Dès la fin du Miocène inférieur, un nouveau mouvement d'affaissement se produit dans la région, accompagné d'ailleurs, comme nous l'avons toujours vu, d'un mouvement d'exhaussement dans la région la plus orientale; il a pour résultat une nouvelle transgression marine des dépôts du second Etage méditerranéen vers l'Ouest.

Cette transgression marine du Vindobomien est connue depuis longtemps dans le Bassin de Vienne par les travaux de NEUMAYR et de M. Süss, en Bavière également, où l'on voit les dépôts Aquitaniens directement recouverts par les dépôts à *Cardita Jouanneti*

[1] Plus exactement de l'Est, puisqu'elle n'existait auparavant qu'en Bavière.

du second Étage Méditerranéen (Ermingen), dans toute la bande septentrionale, alors que, dans la bande méridionale, il y a concordance parfaite et passage insensible de tous les dépôts Tertiaires depuis l'Aquitanien saumâtre.

M. Depéret[1] a montré qu'il en était encore de même dans la vallée du Rhône proprement dite. Les dépôts du Vindobonien (sables et grès à O. *crassissima*, *Pecten Gentoni*, *Cardita Jouanneti* dans le Sud, sables à *Terebratulina calathiscus* dans le Nord de la vallée) recouvrent les dépôts du Burdigalien. Ici, comme je l'ai montré dans le Jura ou la Suisse, ils s'étendent à l'Est, à peu près aussi loin que les dépôts marins du premier Étage Méditerranéen. Ils les dépassent au contraire beaucoup à l'Ouest. A partir de la vallée de la Drôme, ils suivent la bordure cristalline du Plateau Central, sur la rive droite du Rhône, jusqu'à Lyon, où la mer venait battre la falaise gneissique de la Croix-Rousse. A partir de là, le rivage subit une inflexion vers le Nord-Est, toujours parallèle à la grande courbure de la chaîne des Alpes. Dans la partie française du Jura, il est difficile, dans les lambeaux qui ont été conservés, de constater la transgression marine du second Étage Méditerranéen, représenté pourtant, comme je l'ai montré, sur la bordure du Jura (Coligny, Ain), à Saint-Martin-de-Bavel, aux Verrières françaises, à Saint-Laurent-de-Grand-Vaux. Ce sont des dépôts sableux ou molassiques de puissance très variable : sur le haut-fond qui constituait le Jura, pendant cette invasion marine, les dépôts étaient naturellement beaucoup plus influencés par la nature du sous-sol que dans le grand synclinal de la Plaine Suisse et, aux matériaux d'origine alpine, se mélangeaient de nombreux matériaux jurassiens, donnant aux dépôts un faciès calcaire assez particulier. Aussi M. l'abbé Bourgeat, trompé par ce faciès, après avoir constaté la présence dans les mêmes assises du *P. præscabriusculus* et de l'*O. crassissima* (fait d'ailleurs connu depuis longtemps dans les dépôts de la vallée du Rhône), admet-il qu'il n'y a que de l'Helvétien dans la région ; j'ai montré qu'à Sainte-Croix, aux Verrières fran-

[1] Ch. Depéret, *loc. cit.*, 1893.

çaises, l'on pouvait facilement distinguer les deux Étages Méditerranéens. De même, lorsque l'on étudie les dépôts situés uu peu plus à l'Est, dans le Jura central, comme l'a montré également M. Rollier, on constate nettement une transgression des dépôts du second Étage Méditerranéen vers le Nord. Ils débutent en effet par un nouveau conglomérat polygénique, à éléments alpins, et reposent soit sur les couches Burdigaliennes à *P. præscabriusculus*, soit sur des couches plus anciennes, Aquitaniennes ou Jurassiques : dans cette région, la limite d'extension des formations marines du Miocène moyen passe sensiblement au Nord de la ligne de rivage de la mer Burdigalienne, atteignant Court.

C'est donc bien avec la Molasse marine du second Étage Méditerranéen (couches de Randen, Helvétien I et III de Mayer-Eymar), que se produit le maximum d'extension de la mer Miocène. Ce maximum de transgression de la mer, au Miocène moyen, se produit également, dans l'Ouest de la France, avec les dépôts des faluns de la Touraine.

Un mouvement d'exhaussement se produit ensuite dans toute notre région après ces premiers dépôts du Miocène moyen : la communication de la mer de la Bavière ou du bassin de Vienne avec la mer du bassin du Rhône, à travers la plaine Suisse et le Jura méridional, est de nouveau rompue et, cette fois, d'une façon définitive. Le mer est rejetée à l'Est, dans la région autrichienne et bavaroise et à l'Ouest, au Sud du cours actuel du Rhône. La mer forme de nouveau un golfe fermé dans la vallée du Rhône. La limite occidentale de ce golfe est la même que celle du bras de mer Helvétien, c'est-à-dire la bordure cristalline du Plateau Central, mais au Nord il ne dépasse pas Lyon et à l'Est, a nettement, dès Veyrins, Chimilin, Bas Leyssin, un faciès très littoral (comme le montre l'étude de la faune que je donne plus loin) avec de nombreuses formes de *Murex*, *Nasses*, *Troques* et *Turbos* que les marnes de Cabrières, situées au même niveau stratigraphique, ne présentent pas. La falaise de la Croix-Rousse était encore battue par les flots de cette mer Tortonienne comme le montre la présence dans les conglomérats ferrugineux des formes caractéristiques de ce

niveau (et même de la base du Pontique comme *Nassa Michaudi).*

En Suisse[1], ou dans le Jura, au-dessus des assises de la Molasse de Saint-Gall ou du Randen, on a une puissante formation d'eau douce : sables et marno-calcaires, avec les bancs épais de la Nagelfluh du Nord de la Suisse, qui a fourni de nombreux restes de plantes et de Vertébrés caractéristiques du Miocène moyen. Il est à remarquer que ces formations ne dépassent guère Berne, au Sud, ou à l'Ouest comme si les eaux de l'époque Œningienne en même temps qu'elles se déssalaient, se trouvaient être rejetées vers l'Est. Sans que l'on puisse, pour cette Molasse d'eau douce supérieure, comme pour la Molasse d'eau douce inférieure, distinguer une région alpine et une région jurassienne, on peut cependant faire observer que, à mesure que l'on se rapproche du Jura, le faciès marno-calcaire prédomine; au contraire, vers les Alpes on voit, comme dans tous les autres dépôts Tertiaires, mais encore plus développées, des nappes puissantes de conglomérats ou *Nagelfluh,* polygéniques ou non suivant les points. Dans cette dépression lacustre, il y avait des parties moins basses où s'établissaient des marais tourbeux et se formaient des lignites, renfermant des restes assez nombreux de Mammifères.

Les dépôts du Miocène supérieur ne se retrouvent que beaucoup plus à l'Est.

Miocène supérieur (Pontien). — Dans la vallée du Rhône, les eaux marines du Tortonien se dessalaient peu à peu : déjà, à la partie supérieure des dépôts de la zone d'Aoste, on trouve de nombreuses formes saumâtres et d'eau douce qui deviennent prédominantes, pour ne pas dire exclusives, dans les dépôts inférieurs du Pontien, dans la zone que j'ai appelée zone saumâtre à *Nassa Michaudi.* Enfin, le faciès fluvio-lacustre envahit les formations du Pontien moyen et supérieur, dans tout le Nord du Dauphiné, dans toute la vallée de la Durance et dans quelques points du centre du Bassin, au pied de certains chaînons E.-W du Sud du bassin du Rhône.

[1] Ce retrait de la mer, accompagné d'un soulèvement Sud-Nord, dans la plaine Suisse, entraîne l'émersion de toute la partie méridionale; et l'érosion, qui va donner naissance au lac Léman, commence dés lors à se produire.

Ce retrait de la mer vers l'Est en Suisse, et vers le Sud dans la vallée, a été la conséquence d'un mouvement orogénique important. Ce mouvement a donné naissance aux chaînes du Jura méridional, dans la région de Chambéry, comme le prouve l'existence des dépôts Pontiens de la vallée de Novalaise et de la vallée de Rumilly; les hautes chaînes du Jura, au moins dans la partie méridionale, seraient donc d'âge prépontien. Les chaînes plus externes qui viennent finir au Sud de Belley, auraient subi un dernier soulèvement après le Miocène, comme le prouve l'existence des dépôts du Miocène supérieur de la bordure du Jura relevés jusqu'à la verticale et même renversés[1]. Un dernier mouvement se serait fait sentir après le Pliocène inférieur, non seulement dans la région bressane où les marnes du Pliocène inférieur ont été plissées, à la fois par le mouvement d'affaissement continu du Bassin et par ce dernier mouvement alpin, mais encore au Sud de la vallée du Rhône, portant les dépôts du Pliocène inférieur à une altitude de plus de 400 mètres.

Dans la plaine du Rhône, comme dans la plaine Suisse, à mesure que l'on s'avance vers les Alpes, on voit prédominer le faciès alpin, avec ces formations de poudingues polygéniques, d'autant plus anciens qu'on est plus près des premières chaînes alpines (fig. 8); ainsi, aux Abrets, ils sont dans le Vindobonien inférieur (niveau de Saint-Fons); à Pont-de-Beauvoisin, dans les couches de la Molasse sableuse de la fin du Miocène inférieur; à Voreppe, à la base de cette formation et, à Proveysieux, jusque dans les couches de la Molasse marine à *Pecten præscabriusculus*.

Depuis la base jusqu'au sommet des formations Miocènes, ces dépôts de poudingues sont très semblables, la grosseur des éléments augmente cependant, à mesure que l'on s'adresse à des formations plus récentes. Ce sont toujours des quartzites du Permien et du Trias alpin, en galets parfaitement roulés, des calcaires noirs du Lias alpin, le plus souvent impressionnés et enfin des galets de

[1] Cette différence d'âge n'a rien qui puisse nous surprendre, puisque nous nous adressons là à des chaînes plus externes, dont l'âge, par conséquent, doit être plus jeune.

roches cristallines dont les plus fréquentes et les plus caractéristiques sont dans la région dauphinoise et savoyarde : des porphyres rouges et verts, des jaspes de mêmes couleurs et dans les couches Pontiennes des galets de protogine du mont Blanc.

La description que j'ai donnée, après Ch. Lory, de ces dépôts, dans les environs de Voreppe, s'applique, pour ainsi dire trait pour trait, aux dépôts de la Nagelfluh de la Suisse, Nagelfluh qui se rencontre d'ailleurs, sur la bordure des Alpes, comme dans le Dauphiné, depuis la base jusqu'au sommet des dépôts Miocènes[1].

La présence, à différents niveaux du Miocène, de bancs plus ou moins épais de poudingues, a été expliquée par un grand nombre de géologues, par la présence d'un haut fond ou d'une ligne de rivages, où tous ces cailloux étaient apportés par des fleuves d'activité variable. D'autres faits restent complètement inexplicables par cette hypothèse et ont donné lieu à de nombreuses controverses.

Il est en un premier sur lequel les observateurs qui se sont occupés de ces formations n'ont pas, à mon avis, attiré d'une façon assez précise, l'attention des géologues ; je veux parler de la grande extension verticale et également de la généralité de ces formations qui se trouvent répandues sur une surface immense des régions Tertiaires : on connaît des formations analogues depuis le Flysch gréseux, c'est-à-dire depuis l'Éocène supérieur ; on les rencontre pendant tout le Tongrien, dans l'Aquitanien, dans les dépôts de tous les âges du Miocène marin ou d'eau douce de la Suisse orientale et ils arrivent, avec l'invasion marine, dans la partie occidentale de notre région. Ils existent encore dans les formations Pontiennes de Rumilly, de Novalaise, de la vallée du Rhône, alors que le Jura méridional soulevé (et sans doute à une hauteur supérieure à celle des chaînons actuels, puisque l'érosion et les mouvements Pliocènes n'ont pu que diminuer leur altitude), opposait une barrière aux eaux venues de la partie orientale.

Un second fait qui a été mis en évidence, en Suisse, dans la

[1] Et même, comme je l'ai montré, dans l'Aquitanien, si intimement lié au Miocène dans cette région : l'identité de ces Nagelfluh dauphinoises et suisses ne peut manquer de frapper tous les géologues qui connaissent les deux formations.

Monographie de la Nagelfluh de la Suisse de M. Früh et dans l'*Origine des roches exotiques du Flysch* de M. Ch. Sarrasin, est l'identité complète des éléments cristallins et, d'une manière générale, alpins qui constituent ces formations, à côté d'éléments locaux, dus aux chaînes émergées, voisines du point considéré. Je rappelle ici l'identité des formations de poudingues de Voreppe et de Proveysieux, avec ceux de la Suisse[1].

Les roches exotiques de la Molasse, identiques pour la plupart à celles du Flysch, sont complètement inconnues dans les Alpes Françaises. Pour Ch. Lory et Pillet, ces roches exotiques venaient toutes du Plateau Central français, d'où elles étaient apportées par des fleuves puissants. Mais les éléments cristallins restent toujours les mêmes et n'augmentent pas de grosseur, à mesure que l'on s'avance vers le Plateau Central, comme cela devrait être dans l'hypothèse précédente : les quartzites alpins du Miocène existent même sur les couches du Plateau Central et il en est de même pour le Jura Bernois, lorsqu'on se dirige vers le massif cristallin des Vosges et de la Forêt Noire, dont les éléments sont si caractéristiques et si faciles à distinguer des roches exotiques de la Molasse. Ce que j'ai dit, en outre, de l'orographie de la région que j'ai étudiée et de la distribution des mers ou des dépressions lacustres pendant le Tertiaire, suffisait d'ailleurs à démontrer que toutes ces roches étaient d'origine alpine. Un nouveau problème se pose alors : de quelle région des Alpes sont-elles venues et comment en sont-elles venues[2]?

Pour le Flysch, j'ai déjà montré que, d'après les travaux récents de MM. Sarrasin, Duparc et Ritter, il fallait admettre que toutes ces roches exotiques étaient venues des Alpes méridionales

[1] L'étude pétrographique que j'ai entreprise des roches exotiques de la Molasse de la Savoie et du Dauphiné n'est pas encore assez avancée pour que je puisse donner ici des résultats précis qui seront publiés dans un travail postérieur.

[2] Le grand argument, donné pour faire venir ces roches du Plateau Central, était qu'elles étaient inconnues dans les Alpes françaises, et, à ce moment, on ne pouvait, faute d'études précises, qu'opposer l'argument suivant : ou que des études plus précises les y feraient découvrir, ou que les *affleurements miocènes* de la région cristalline pouvaient être tout différents de ceux que nous observons aujourd'hui.

(région du *Vicentin*, *Baveno*, *Lugano)*, alors sans doute beaucoup plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui. Sur les Alpes s'étaient établis des glaciers, ayant permis le transport au loin de ces matériaux, dont quelques-uns sont en effet à peine roulés.

Dans la Plaine Suisse proprement dite, on a admis, ou bien que les roches exotiques provenaient du poudingue polygénique du Flysch, cela est vrai en partie (surtout dans la zone avoisinant les chaînes alpines), ou, ce qui est bien plus vraisemblable, que les phénomènes glaciaires de l'époque précédente ont continué pendant tout le Tertiaire, favorisés qu'ils étaient par un nouvel exhaussement, qui a dû se produire dans la région alpine au moment où la mer était définitivement rejetée à l'extérieur de cette chaîne, à la fin du Tongrien. Les courants continentaux, venus de cette terre émergée, ont ainsi amené dans toutes les formations marines de la Suisse, de la Savoie et du Dauphiné, ces roches d'origine lointaine[1].

Pour les dépôts du Pontique, je ne vois pas d'autre moyen d'expliquer le transport, par-dessus les chaînes du Jura méridional en Savoie, *certainement soulevées* à cette époque, de roches venues, en particulier du Mont-Blanc, comme la protogine, si abondante en certains points (collines de Cessieu). Ces glaciers ont dû, à ce moment, avoir un très grand développement pour donner naissance à des cours d'eau, transportant jusque sur le Plateau Central les quartzites alpins, à l'altitude de 400 mètres environ.

Les soulèvements, de beaucoup les plus importants, et pour la chaîne des Alpes, et pour le Jura, qui se sont produits à la fin du Miocène, et qui d'après les travaux de Heim, Forel, etc. auraient porté les Alpes à une altitude supérieure à l'altitude actuelle, ont permis à ces glaciers de s'avancer encore plus loin : toute la Plaine Suisse a été recouverte par eux à l'époque de cette première grande glaciation, ainsi qu'une partie du Jura. En avant des moraines

[1] Dans une course faite en compagnie de M. Kilian, dans le synclinal de Voreppe, le savant professeur de Grenoble a reconnu, de la façon la plus nette, des quartzites Permiens, des spilites et des porphyres, purement identiques à ceux de la région alpine, faits qui confirment l'origine alpine de ces formations.

frontales se formaient les alluvions des Hauts-Plateaux, du Sicilien (Pliocène supérieur), du Jura, du plateau Bressan et de la vallée du Rhône. La présence de galets alpins, dans les alluvions Pliocène supérieur du Sud-Est de la Bresse, ne peut guère, en effet, s'expliquer autrement que par cette hypothèse.

Ces glaciers ont d'ailleurs continué leur marche progressive pendant les temps Quaternaires. C'est ainsi que le glacier du Rhône, en particulier, a dépassé Lyon, au moment de sa plus grande extension.

Les torrents glaciaires d'alluvionnement ont aussi eu un autre rôle, non moins important, dans le creusement des grandes vallées de l'époque actuelle. C'est ainsi que, dans la Plaine Suisse, après l'émersion de la partie orientale (Préalpes), l'érosion a commencé à agir et la vallée du Rhône, en amont du lac Léman a été indiquée. La dépression lacustre du Léman, vaste vallée d'érosion creusée dans les terrains Tertiaires Aquitaniens et Miocènes inférieurs, a commencé à se former, aussitôt après l'émersion définitive de cette région, c'est-à-dire au moins dès le Miocène moyen; et les glaciers qui sont venus recouvrir la Plaine Suisse, sans doute, dès la fin du Miocène, ont empêché cette dépression d'être remplie par les alluvions du Pliocène supérieur. L'affaissement bien constaté du massif alpin, pendant le Pliocène, changeant la pente générale des torrents, a en outre transformé cette vallée alpine en un lac subalpin.

C'est également aussi en grande partie à ces torrents préglaciaires, qu'il faut attribuer le creusement de la vallée de Chambéry et le déblaiement de la vallée synclinale, occupée actuellement par le lac du Bourget.

Il résulte donc, de cette dernière étude :

1° La communication certaine, dès le Burdigalien et pendant la fin du Miocène inférieur et toute la période Helvétienne (s. tr), du bassin de Vienne et de Bavière, par la Plaine Suisse et par-dessus le Jura méridional, avec le bras de mer de la vallée du Rhône et par suite avec la région méditerranéenne.

2° Que le maximum de transgression de la mer Miocène corres-

pond à la période Helvétienne (s. str.), non seulement pour le bassin de Vienne et le bassin du Rhône, mais aussi pour toute la région intermédiaire, le Jura et la Suisse;

3° L'existence de mouvements prépontiens dans la Savoie, ayant donné un relief considérable aux chaînes du Jura méridional, existant dans cette région;

4° Et enfin la continuation, pendant l'Aquitanien et tout le Miocène et le Pliocène, des phénomènes glaciaires qui se sont manifestés dans la région des Alpes méridionales, dès la période Nummulitique. Les glaciers ont peu à peu progressé vers l'Ouest pour atteindre au Quaternaire leur maximum d'extension, jusqu'au pied du Plateau Central, mouvement de progression en relation plus ou moins intime avec le soulèvement Est-Ouest, que nous avons constaté, pour ainsi dire à chaque instant, dans la région alpine.

CHAPITRE VI

DESCRIPTION DE QUELQUES FOSSILES NOUVEAUX OU PEU CONNUS DES TERRAINS TERTIAIRES DE LA SAVOIE ET DU DAUPHINÉ SEPTENTRIONAL

§ 1. Aquitanien.

C'est à cet Étage que correspond en France la faune de Vertébrés de Saint-Gérand-le-Puy (Allier), si bien étudiée par M. Filhol, ainsi que celle de Langy, dans la Limagne, de Vaumar-Dompierre dans le Bourbonnais et, plus au Sud, de Pechbonnieu près de Toulouse, d'Armissan près de Narbonne et de Moissac. C'est aussi à l'Aquitanien qu'il faut rapporter les restes des Vertébrés de Rochette (Lausanne), dont j'ai donné la liste dans un chapitre précédent, de Georgensmund en Bavière, d'Aarwangen, du Hohe-Rhonen.

Dans la vallée du Rhône, le seul gisement de Vertébrés, connu jusqu'ici, est celui des lignites de Volx ou de Bois-d'Asson, près de Manosque (Basses-Alpes) ; MM. Collot et Sauvage ont cité de ce gisement : *Anthracotherium magnun* et *A. Hippoideum*, que l'on retrouve également dans la plupart des gisements de la Suisse et *Platyemys Lachati* Sauvage[1], ainsi qu'un *Crocodile* indéterminé.

[1] M. Depéret, Vertébrés du Roussillon *(Mém., Société Géol. de France. Paléontologie)*, rattache plutôt cette forme au genre *Chrysoemys*.

J'ai découvert, un peu au Sud de Bellegarde, à Challonges, où l'on exploite activement les calcaires asphaltiques de l'Urgonien, dans les couches de marnes bleues Aquitaniennes (voir fig. 26), un certain nombre de débris de Vertébrés. Il existe aussi au musée de Chambéry, venant de la même localité, des ossements recueillis autrefois par L. Pillet (*Rhinoceros*, *Dremotherium*, *Tortue*, *Crocodile*), qui ont été mis gracieusement à ma disposition par M. J. Revil, conservateur du Musée, à qui j'adresse ici mes bien sincères remerciements. J'y ai reconnu les formes suivantes :

Rhinoceros (Acerotherium) minutus, Cuvier (Pl. I, fig. 1 *a*, 1 *b*, 10).

Je possède de cette espèce, avec des ossements peu déterminables des membres, une incisive supérieure et une série complète des molaires inférieures droites (4 prémolaires et 3 arrière-molaires). La longueur totale de la série dentaire est de 20 centimètres ; celle des 4 prémolaires, 98 millimètres et des 3 arrière-molaires, 102 millimètres.

Cette espèce, dont la synonymie, d'après Lydekker, serait la suivante :

Rhinoceros minutum, Cuvier. *Ossements fossiles*, 2e édit., t. II, part. 1, p. 90, pl. 53.
Rhinoceros Steinheimensis, Jäger. *Foss. Saügeth. Würt.* p. 69, 1835-1839.
— **tapirinus** (in parte), Pomel. *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. I, p. 591, 1844.
— **paradoxus** (in parte), Pomel. *Catal. Méthodique*, p. 78, 1854.
— **pleuroceros**, Duvernoy. *Arch. du Muséum*, VII, p. 42, 1854.
Acerotherium minutum, Kaup. Beitrag, *Oss. foss. de Darmstadt*, IIIe partie, p. XII, fig. 7 à 11, 1854.
Diceratherium pleuroceros, Cope. *Amer. Nat.*, vol. XIII, p. 771, 1879[1].

appartient bien au genre *Acerotherium*, par l'existence du bourrelet basilaire, si caractéristique chez le type de ce genre, *A. incisivum*.

Il est bien développé sur les prémolaires, où il fait le tour presque complet de la couronne de la dent, légèrement effacé cependant

[1] Je ne puis admettre complètement cette synonymie. C'est ainsi qu'il faut en séparer le *R. paradoxus* Pomel, et surtout le *R. pleuroceros* Duvernoy, le *Diceratherium pleuroceros* Cop. bien caractérisés par l'existence de deux cornes latérales.

sur la face interne ; sur les trois arrière-molaires, il existe surtout, sur la face externe de la dent et disparaît sur la plus grande partie de la face interne.

Les molaires ne donnent, chez toutes les espèces de Rhinocéros, que fort peu de caractères distinctifs ; chez notre échantillon les dents qui appartenaient à un sujet adulte d'après leur taille, ne peuvent se rapporter qu'à une petite espèce de Rhinoceridé. Comparé à l'*A. Croizeti* d'Auvergne, dont il se rapproche par la taille, il en diffère complètement : 1° par la forme de la première prémolaire qui, au lieu d'être allongée et de présenter 3 lobes, comme chez notre échantillon, était, chez la forme d'Auvergne, courte, arrondie ; 2° par la deuxième prémolaire qui est beaucoup plus trapue et plus arrondie chez *A. Croizeti*. Notre forme me paraît, au contraire, identique à l'espèce de Cuvier, et par la taille et par la forme des dents.

Le *Rh. minutus* Cuvier a été créé sur des pièces recueillies à Moissac (Tarn-et-Garonne) et qui comprenaient : trois molaires détachées et une incisive, en forme de bouton, de la mâchoire supérieure ainsi que 3 arrière-molaires inférieures gauches (fig. 1). En comparant notre pièce aux échantillons figurés, nous trouvons identité complète, malgré l'usure un peu plus grande des dents de Moissac : la taille et la forme générale sont les mêmes, le bourrelet seulement plus accusé encore chez la première arrière-molaire de Challonges ; il présente également une sorte de petite tubercule accessoire, au niveau du sillon qui sépare les deux collines de la dent.

L'incisive est identique à celle de Moissac[1].

Kaup[2] a rapporté à cette espèce de Moissac des molaires isolées supérieures trouvées à Eppelsheim (Pontien) et une dernière molaire inférieure trouvée à Weinheim près d'Alzey ; ces dents sont de la taille de l'espèce de Cuvier ; la molaire inférieure, plus usée que celles de mon échantillon, présente également un bourrelet, s'étendant sur la moitié antérieure de la dent et sur la partie posté-

[1] Ces pièces ont été figurées de nouveau par de Blainville, *Ostéographie*, G. Rhinoceros, p. 138, pl. XII, comme *Rh. incisivus*, avec d'autres pièces, provenant du Lot-et-Garonne, mais toutes plus petites que grandeur naturelle.

[2] Kaup. Description d'ossements fossiles de Mammifères inconnus jusqu'à présent (*Musée de Darmstadt*, p. 47, pl. XII, fig. 8 à 11, 1854).

rieure, et se rapporte bien à l'espèce de Moissac. Quant aux molaires supérieures, elles ne me paraissent pas devoir s'y rapporter et appartiennent à une petite forme de l'étage Pontien.

H.-V. Meyer[1] a figuré une incisive qui, par la forme et la taille, paraît bien se rapporter à la forme de Moissac. Elle serait ici de l'époque Vindobonienne.

Dans un travail récent, M. Mermier[2] a décrit une nouvelle forme d'*Acerotherium*, *A. platyodon* du Burdigalien de la vallée du Rhône ; dans la revision des espèces qu'il a faite, il considère comme caractéristiques de l'Aquitanien, les *A. Croizeti* Pomel, *A. Lemanense* Pomel. J'ai montré plus haut que mon échantillon ne pouvait se rapporter à *A. Croizeti*, la seule de ces deux espèces dont elle se rapprochait par la taille. M. Mermier n'a eu à sa disposition que des pièces peu déterminables de cette espèce, provenant de l'Aquitanien des environs de Lausanne.

On a réuni, sous ce nom, un certain nombre de formes de petite taille de tous les étages du Miocène ; toutes ces pièces, fort incomplètes d'ailleurs, ne peuvent être assimilées à l'espèce de Moissac nettement Aquitanienne.

Tapirus Helveticus, H. v. Meyer. *Fossile. Reste des genus Tapir Paleontographica*, 1867, vol. XV.

(Pl. I, fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7.)

Le crâne entier de l'animal devait exister dans le gisement ; je n'ai pu malheureusement recueillir que quelques molaires inférieures et supérieures. J'ai pu déterminer ainsi les dents suivantes:

Mâchoire supérieure :

Deuxième prémolaire supérieure droite.
Troisième prémolaire supérieure droite.
Première arrière-molaire supérieure droite.
Deuxième arrière-molaire supérieure droite.
Deux incisives droites.

[1] H.-V. Meyer, *Die Fossilen Zähne und Knochen in der Gegend von Georgemmund in Bayern*, 1834, p. 64, pl. v, fig. 38.

[2] Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'Arothérium dans la molasse Burdigalienne du Royans (*Bull. Soc. Lin. de Lyon*, 1895).

Molaire supérieure gauche (débris).

Deuxième arrière-molaire supérieure gauche.

Deux incisives gauches.

Mâchoire inférieure :

Troisième arrière-molaire inférieure droite (21^{mm} 1/2 de long), deuxième et troisième arrière-molaires inférieures gauches.

Deuxième prémolaire (45 millimètres de long).

Première prémolaire intérieure droite (longueur 16 millimètres, hauteur 10^{mm} 1/2).

Ces formes Aquitaniennes sont bien caractérisées par ce fait, que les trois P. M. supérieures ont une structure plus simple que les A. M., le tubercule interne antérieur est peu développé et la forme de la dent est presque triangulaire. La prémolaire que je possède est identique à celle d'Eselberg près Ulm ; le tubercule accessoire formé par le bourrelet basal est encore plus développé. Les molaires présentent les quatre tubercules réunis, les externes aux internes, par une colline transverse légèrement convexe en avant, le tubercule accessoire antérieur presque aussi élevé que le tubercule externe voisin ; le bourrelet basal bien développé, interrompu sur le lobe externe antérieur et sur la face interne. Les deux pointes internes bien séparées, les pointes externes réunies par une petite muraille, caractères des vrais Tapirs.

Parmi les dents inférieures, la première prémolaire présente en avant un bourrelet saillant, se rattachant à la pointe externe ; la crête transverse antérieure plus élevée que la crête postérieure (c'est le contraire pour les dents de la mâchoire supérieure) ; les arrière-molaires présentent en arrière un bourrelet saillant. La P. antérieure est, comme toujours, allongée, subtriangulaire, une pointe antérieure, deux médianes et deux postérieures bien visibles, les deux pointes externes postérieures situées légèrement en avant des internes : les crêtes qui les réunissent aux pointes internes ne sont donc pas transversales ; de la pointe externe postérieure, part une crête allant à la crête transversale antérieure. Notre prémolaire est identique à la deuxième P. M. de l'espèce du Hohe-Rho-

nen, figurée par H. de Meyer, pl. XXVII, fig. 7 et 8; la troisième A. M. interne droite, identique à celle figurée pl. XXVII, fig. 8-9.

Les incisives sont spatuliformes, peu caractéristiques.

Le *Tapirus helveticus* Meyer est la plus ancienne forme de Tapir connue en Europe; elle existe dans l'Aquitanien de Micheselberg, Eselsberg près Ulm, Weisenau et Mombach près Mayence, en Carinthie et en Hongrie.

En France, dans l'Aquitanien de Saint-Gérand-le-Puy et de Selles-sur-Cher, M. Filhol[1] a décrit, sous le nom d'*Hyrachius Zelleri*, de Selles-sur-Cher, une forme, connue par deux molaires supérieures, qui me paraît, par la forme surbaissée de la couronne de la dent, les pointes externes de forme triangulaire et une base étendue, enfin par l'espace considérable qui sépare les pointes postérieures, se rapporter à l'espèce suisse. Le tubercule accessoire me paraît moins développé, la taille est un peu plus faible que celle de *T. helveticus*, auquel se rapporte également de la façon la plus nette la seconde espèce décrite par M. Filhol sous ce nom d'*hyrachius intermedius;* il existe en effet sur les dents de cette espèce, malgré le caractère Lophiodon des crêtes transversales fort bien mis en évidence par M. Filhol, l'analogie la plus complète avec les troisièmes prémolaires de l'espèce de Suisse, sur lesquelles il manque également une crête interne à la face interne de la pointe antérieure externe. On retrouve bien, les molaires inférieures que je possède, le mode d'union particulière des deux lobes, que M. Filhol considère comme caractéristiques des Hyrachius européens.

M. Filhol, après avoir créé le genre *Protapirus* pour une forme éocène des Phosphorites du Quercy, a réuni ce genre avec les *Hyrachius* américains, auquel il a rapporté aussi les espèces de Tapir, dont je viens de parler. Comme M. Zittel[2] l'a fait remarquer déjà, la structure des dents est pourtant fort différente chez ces deux genres. Le tableau suivant, emprunté au mémoire même de M. Filhol, montre les différences considérables que l'on rencontre:

[1] Filhol, *Ann. des Sc. Naturelles, Géologie*, t. XVII, 1885.

[2] Zittel, Traité de Paléontologie (*Mammalia*, t. IV, p. 280, trad. française).

Protapirus

Formule dentaire : $\frac{?\ ?\ \ 4.3}{3.1\ \ 3.3}$

3e et 4e prémolaires supérieures. 2 pointes internes se reliant aux pointes externes correspondantes.

2e prémolaire supérieure. Quadrangulaire, à 4 pointes, pointes externes égales, pointe postérieure interne très forte, conique; pointe antérieure basse, formant une crête.

Hyrachius

Formule dentaire : $\frac{-\ 4.3.}{-\ 4.3.}$

3e, 4e prémolaires supérieures. 1 pointe interne se reliant par deux crêtes transversales aux 2 pointes externes.

2e prémolaire supérieure. 2 pointes externes presque confondues. 1 pointe interne indépendante.

Ces différences me paraissent suffisantes pour caractériser deux genres différents d'une même famille, le genre *Hyrachius* restant beaucoup plus voisin des formes éocènes (Lophiodon) et le genre *Protapirus* étant presque déjà un vrai Tapir, la souche commune de ces deux formes étant bien nettement les Lophiodons, je caractériserai de la façon suivante ce dernier genre:

Molaires supérieures avec deux tubercules externes développés séparément mais réunis par une petite muraille; le postérieur plus faible est plus aplati que l'antérieur, collines transverses obliques. La quatrième P. M. sup., avec ses deux tubercules internes réunis en un seul (ils sont bien séparés, au contraire, chez tous les vrais Tapirs). En résumé, on a un animal possédant à la mâchoire inférieure des molaires de Tapirs (ce n'est pas le cas chez *Hyrachius)* et à la mâchoire supérieure des prémolaires et molaires intermédiaires entre les dents de Lophiodon et de Tapir.

M. Filhol a cité le *Protapirus priscus* Filh. dans les Phosphorites du Quercy ; il a été retrouvé également dans le sidérolihique d'Eselsberg, près Ulm.

Ce serait aussi à ce genre, comme l'avait déjà fait M. Filhol, qu'il faut rapporter l'espèce de Saint-Gérand-le-Puy (= *Protapirus Douvillei* Filhol) chez laquelle les caractères précédents se retrouvent.

Tapirus aff. Douvillei, Filhol (Pl. I, fig. 8, 9).

J'ai recueilli, en outre, dans ce même gisement, les deuxièmes molaires supérieures droite et gauche et une arrière-molaire inférieure droite d'une forme différente de la précédente. La taille est beaucoup plus grande. La molaire inférieure que je possède a des caractères tapiroïdes excessivement nets. La deuxième molaire supérieure se rapprocherait beaucoup des molaires de *Protapirus*, en particulier de *P. Douvillei*, figuré par M. Filhol *(loc. cit.* fig. 13), quoique les dimensions (longueur 21 millimètres) soient une des plus fortes; le bourrelet n'est pas continu (caractère de Tapir), le tubercule précédant la pointe antérieure externe est moins élevé que la colline antérieure ; la crête antérieure aboutit au bord antérieur de la pointe antérieure externe (caractère de Tapir), ce qui entraîne une légère convexité en avant des crêtes transversales, tandis que les crêtes transverses de l'*Hyrachius* ou de *P. priscus* sont rectilignes.

Cette forme évolue donc encore plus vers les vrais Tapirs que le *Protapirus*.

Hyotherium aff. Meissneri, H. von Meyer (Pl. I., fig. 11).

Cette espèce de Suidé, signalée dès 1805 par H. von Meyer dans la Molasse Aquitanienne de *Rappenfluh* près Aarberg, a été rapportée par lui au genre *Chœropotamus*[1]. Elle se distingue facilement des autres suidés par la forme beaucoup plus allongée des prémolaires de la mâchoire supérieure. Les tubercules des molaires, plus nombreux que ceux du *Chœropotamus* ou de vrais *Palaeochœrus (P. typus)*, sont intermédiaires entre ceux de ce genre et ceux des genres plus récents (les formes récentes de *H.* et *Sus)*.

Je possède la dernière molaire inférieure qui est identique aux formes de Meyer d'Eckingen, à la fois, comme taille et comme disposition des tubercules. Cette espèce est tout à fait caractéristique de la Molasse d'eau douce Aquitanienne de la Suisse. Elle n'avait pas encore été signalée en France, où on ne connaît, de Saint-

[1] H. von Meyer, *Die Fossilen Zähne und Knochen* (Georgensmund) *in Bayern*, 1834, p. 51 et *Jahrbuch Verk. Natur. Wiesbaden*, p. 116, 1850, il en fait le *Calacheru Meissneri*.

Gérand-le-Puy et d'autres localités de l'Auvergne, que le *Palæochœrus typus* Pomel, *P. major*, Pomel et *P. Waterhousi* Pomel, de taille plus petite. La dernière molaire inférieure présente un talon postérieur beaucoup moins développé et des tubercules moins nombreux et plus coniques.

Parmi les nombreux débris d'ossements que j'ai recueillis en outre, dans cette localité, ou qui existaient au musée de Chambéry, je citerai encore :

Un fragment de mandibule droite avec la place de l'avant-dernière molaire et la dernière arrière-molaire, malheureusement fort incomplète, permettant cependant de reconnaître un ruminant que je rapporte au genre *Dremotherium;* la dernière molaire inférieure montre nettement un troisième lobe (talon) un peu moins élevé que les deux antérieurs. Malgré le mauvais état de l'échantillon que je possède, il me paraît se rapporter, sans aucun doute, au *D. Feignouxi* Geoffroy, si commun à ce niveau dans l'Auvergne. Une grande partie des formes rapportées par les auteurs au *Palæomerx Scheuchzeri* v. Meyer, de l'Aquitanien et du Miocène de Suisse, se rapporte également à cette espèce.

Des débris d'une tortue, *Emys.*

De nombreux débris d'os des membres d'un *Rhinoceros* sp.

Cette faune de vertébrés qui comprend :

Acerotherium incisivum, Cuvier.
Tapirus helveticus, Meyer.
— **aff. Douvillei**, Filhol.
Hyotherium Meissneri, Meyer.
Dremotherium aff. Feignouxi, Geoffroy.
Emys sp.

est tout à fait caractéristique de l'Aquitanien et présente, comme cela devait être, par la position intermédiaire de la localité de Challonges, entre la région Helvétienne et la région plus occidentale de la vallée du Rhône, une association de formes jusqu'ici uniquement signalées en Suisse *T. Helveticus*, *H. Meisseri* avec formes du centre de la France, comme *T. Douvillei*, *Cainotherium commune*[1].

[1] M. Malot, directeur des mines d'asphalte de Pyrimont-Seyssel, a donné au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, de magnifiques pièces dont

Mollusques. — J'ai donné au cours de cette étude, à propos de chacune des localités dont je me suis occupé (Saint-Cassin près Chambéry, Grésy-sur-Aix), la liste des formes de Mollusques que l'on y rencontre et qui appartiennent toutes à des formes déjà connues. Il est à remarquer que les formes que j'ai citées sont toujours plus fréquentes dans les dépôts Aquitaniens du voisinage du Jura ou du Bassin du Rhône que dans les dépôts Aquitaniens à faciès alpin.

La petite localité de Gerbaix, près de Novalaise, m'a fourni quelques formes de Mollusques intéressantes que je désirerai passer rapidement en revue ici.

Glandina Revili, nov. sp. (Pl. IV, fig. 17).

Cette forme est extrêmement répandue à ce niveau dans le gisement de Gerbaix ; on ne trouve généralement que le moule interne de la coquille; des échantillons présentent encore cependant le test et permettent de bien caractériser cette espèce.

Maillard[1], qui n'avait eu à sa disposition que quelques mauvais moules, un peu déformés, avait rapporté, il est vrai avec un point de doute, cette forme à la *Gl. costellata* Sow qui caractérise l'Eocène supérieur. M. Hollandé[2] a rapproché cette forme de la *Glandina inflatâ* Reuss. dont en effet elle est assez voisine. Elle présente les caractères suivants :

Hauteur totale.	36	millimètres
Largeur maxima	18	—
Hauteur du dernier tour.	27	—

Coquille ovale, allongée, à sommet légèrement arrondi, spire

l'étude n'est pas encore terminée. Je peux cependant citer *Cainotherium commune* Bravard, si caractéristique de l'Aquitanien d'Auvergne, *Palæomeryx* sp., et un crâne, une mandibule d'un rhinocéros nouveau du genre *Diceratherium*, enfin un humérus de Talpidé.

[1] Maillard, Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse (*Mém. de la Soc. paléontolog. de Suisse*, vol. XVIII, 1891, p. 2, pl. I, fig. 1). Ces échantillons sont au Musée de Chambéry.

[2] Hollande, *loc. cit. Bul.* n° 41, 1895.

saillante, imperforée. Tours au nombre de 3 à 4, la hauteur du dernier tour est les 3/4 de la hauteur totale, le dernier tour est très bombé, peu aplati en avant. Il existe des stries longitudinales sur toute la surface du test. Les sutures sont étroites, linéaires, peu profondes, sillons longitudinaux peu marqués.

Cette forme est intéressante en ce qu'elle présente une mutation ascendante de la *Gl. inflata* typ. à la var. *porrecta* qui caractérise le Miocène moyen. Les stries sont aussi fortement marquées que chez la var. *porrecta* mais l'ouverture arrondie en avant, assez acuminée en arrière, est moins large par rapport à la hauteur totale. La hauteur proportionnelle du dernier tour est au contraire celle de la *G. inflata* typ. ; la forme générale de la coquille est cependant très voisine de cette variété, moins ovoïde que l'espèce type.

La *Glandina inflata* Reuss. caractérise les dépôts de la Molasse d'eau douce inférieure de la Suisse, de la vallée du Rhône et de Dax (*Bulimus aquensis* Matheron) et enfin l'Aquitanien franc du Bassin de Paris.

G. inflata, var porrecta, Gobanz sp. caractérise un niveau plus élevé, tout le Miocène moyen (Tortonien et Œningien) de la Suisse : c'est à cette variété que je rapporte également des formes du calcaire d'eau douce de Mirabeau, à *O. Sylvana*, malgré la grandeur de la coquille (hauteur 48^{mm}8, largeur max. 25^{mm}6, dernier tour 44 millimètres), ainsi que des échantillons du Pontique de Concud qui m'ont été communiqués par M. Dereims. La prédominance du dernier tour de spire paraît augmenter, à mesure que l'on s'adresse à des formes plus jeunes.

La position stratigraphique des couches où j'ai recueilli les nombreux échantillons que je possède (au-dessous du conglomérat marin à *P. præscabriusculus*), ainsi que les affinités de cette nouvelle espèce, concordent bien, pour leur donner un âge Aquitanien tout à fait supérieur.

Les autres formes de Mollusques, que j'ai rencontrées à ce niveau, sont beaucoup moins abondantes : je citerai en particulier :

Helix Ramondi Brgt, échantillons d'assez grande taille présentant les stries si caractéristiques de cette espèce.

Helix eurhabdota Fontannes (*Description sommaire de la faune malacologique* du groupe d'Aix 1884, p. 37 pl. V. fig. 26, 28), espèce créée pour des formes du Sud du Bassin du Rhône et que j'ai signalée dans l'Aquitanien de l'île Crémieu et dans celui de la vallée de Leschaux (avec quelque doute cependant), existe également dans l'Aquitanien de Gerbaix. C'est une coquille discoïde à base convexe et déprimée au centre, dernier tour de spire plus développé que les autres, égal à la moitié du rayon total 4/5 de la hauteur totale, stries d'accroissement peu visibles sur nos échantillons.

Helix cadurcensis Noulet.

Nanina intricata Noulet, sp. facile à reconnaître, malgré le mauvais état des échantillons, par sa forme aplatie, à sommet obtus, l'ombilic très peu développée les tours bombés, aplatis, aux sutures, le dernier tour très prédominant. L'ornementation, encore visible, consiste en stries d'accroissement obliques.

Ces deux dernières formes caractérisent bien l'Aquitanien.

M. Hollandé cite encore *Helix (Coryda rugulosa*, G. v. Martens), qui est de beaucoup la forme la plus fréquente.

§ 2. Burdigalien.

Le Burdigalien inférieur (Langhien des géologues suisses) n'a guère fourni dans la Savoie et le Dauphiné que l'*Helix Lausannensis*, Dumont et Mortillet.

La Molasse marine à *Pecten præscabriusculus* nous a présenté les formes de Mollusques et d'Echinodermes habituelles avec cependant, une forme de Spatangue non décrite encore.

Spatangus Deydieri, Cotteau[1] (Pl. 1, fig. 12), route du Mollard près Grésin.

Oursin de taille un peu allongée, échancrée en avant ; la face

[1] Le mémoire posthume de Cotteau relatif aux Spatangues du Miocène doit paraître incessamment. J'ai pu déterminer mon échantillon, grâce à M. Depéret, qui a bien voulu me communiquer les épreuves et les planches de cet ouvrage.

supérieure est médiocrement renflée, la face inférieure est plane, la face postérieure est courte, subtriangulaire tronquée verticalement. La face inférieure de mon échantillon, étant en mauvais état, ne permet pas de voir la bouche ; l'appareil apical est subcentral, plus rapproché du bord antérieur ; sillon peu apparent, se creusant en avant ; les pores de l'aire ambulacraire qui lui correspond à peine visibles ; pores inégaux, les externes étant plus allongés ; ils sont séparés par une côte saillante, gros tubercules disposés sans ordre. Existe à Reillane (Basses-Alpes). L'échantillon de cette localité dans la collection de la Faculté des Sciences de Lyon est un peu plus allongé et moins élevé que le nôtre.

Les restes de Vertébrés sont extrêmement rares, à part des dents assez nombreuses de poissons, d'ailleurs peu caractéristiques (*Lamna*, *Oxyrhina*, *Chrysophrys*), et des vertèbres ; je n'ai guère à citer que des débris de côtes d'*Halitherium* (vallée de Chambéry) et des vertèbres que je rapporte également à cette forme, trouvées aux environs de la Bridoire.

Au Sud de l'Isère, dans le Royans, M. Paquier [1] a décrit, du Burdigalien de Chamaret (Drôme), un Cétacé nouveau *Schizodelphis Depereti* Paq. Les autres formes de Cétacés, trouvées jusqu'à présent dans le Bassin du Rhône, sont les suivantes :

Squalodon Barriense, Jourdan sp.
— **Zitelli**, Paquier.
Schizodelphis planus, Gervais.
Delphinus restitutensis, Depéret.
Physodon Lorteti, Depéret.
Champsodelphis acutus, Gervais.

Toutes formes qui paraissent être tout à fait spéciales à ce niveau du Burdigalien de la vallée du Rhône. Il en est de même de la magnifique mâchoire inférieure de *Acerotherium platyodon* Mermier [2] décrite par M. Mermier de la Molasse calcaire du Royans, qui caractérise le Burdigalien supérieur[3].

[1] V. Paquier, Etude sur quelques cétacés du Miocène (*Mémoires de la Soc. de Géologie de France, Paléontologie*, t. IV, fasc. iv, *Mém.* n° 12, 1894).

[2] Mermier, *loc. cit.*

[3] Dans la partie inférieure du Burdigalien qui correspond aux sables de l'Orléanais, M. Depéret a signalé à la fois en France et dans le Bassin de Vienne, le *Brachyodus onoïdeus* Gervais sp. ; accompagné dans le Bassin de Vienne, par *Metaxytherium*

La faune, la plus intéressante et la moins bien connue de la région que j'ai étudiée, est celle de l'étage Tortonien, qui constitue la zone d'Aoste; aussi en ferai-je la description complète dans le chapitre suivant.

§ 3. Étude paléontologique de la faune du niveau d'Aoste.

L'ensemble des couches constituant ce que nous avons appelé, dans l'étude stratigraphique précédente, le niveau de Chimilin ou d'Aoste, appartient à la partie supérieure du Miocène moyen (deuxième étage méditerranéen ou Vindobonien). Ces assises contiennent une faune assez riche qui. quoique se présentant avec des caractères de gisement un peu différents, a les plus grandes affinités avec la faune des marnes de Cabrières, dans la région du mont Léberon. L'abondance des Nasses, Troques, Turbos et Muricidés, qui donne à cette faune un caractère tout particulier, est en relation avec la situation beaucoup plus franchement littorale de ces dépôts.

Les principaux gisements fossilifères sont tous situés sur la bordure orientale des plateaux de Bourgoin et de la Tour-du-Pin. Ce sont ceux d'Aoste, Bas-Leyssin, du moulin de Malein, de Saint-Sorlin, de Corbelin, du monticule sur lequel est bâtie l'église de Granieu et surtout celui, de beaucoup le plus riche, de Messenin Veyrins[1]. Les matériaux de cette étude proviennent de mes recherches personnelles, de la collection de M. Mermier, pour le gisement de Bas-Leyssin, et de celle de M. Reymond pour Messenin-Veyrins. Je tiens à leur exprimer ici tous mes remerciements, pour l'amabilité avec laquelle ils ont mis à ma disposition leurs collections.

Un grand nombre de ces coquilles présentent des traces nombreuses de charriage; les fossiles sont, en effet, beaucoup plus

Krahuletzi Dep., *Testudo noviciensis* Nouel (également commune au Bassin de Paris et au Bassin de Vienne) et de *Crocodilus (Gavialosuchus) Eggenburgensis* Toula et Kail.

[1] M. Reymond, qui a beaucoup exploré cette dernière localité, explique son extraordinaire richesse par un léger remaniement de ces dépôts, au point de rencontre de courants venus par la grande vallée des Avenières et de Veyrins; ils formaient en ce point un remous, où se concentraient toutes ces coquilles légères, flottant à la surface des eaux.

abondants dans les lits grossiers ou même caillouteux, que dans les niveaux de sables fins; aussi la spécification de certaines espèces restera-t-elle, par suite de l'usure des ornements du test, un peu douteuse. La détermination précise m'a été rendue facile grâce aux conseils de mon maître, M. Depéret, et aussi, grâce à la magnifique collection des fossiles du niveau de Cabrières (Vaucluse) que possède la Faculté des Sciences de Lyon.

Vertébrés. — Poissons.

Tous les Vertébrés appartiennent à la classe des Poissons et parmi ceux-ci à la famille des Squalidés. Une vertèbre provenant de Messenin-Veyrins m'a paru cependant se rapporter à un Salmonidé.

Lamna denticulata, Agassiz (pl. II, fig. 1).

Cette espèce assez voisine de l'*Otodus serratus* appartient, par sa forme aplatie, au vrai genre *Lamna;* les cônes latéraux forment ici deux dentelures inégales, la plus voisine de la dent étant la plus petite, elle répond bien au type figuré par Agassiz [1].

Gisement : rare à Messenin-Veyrins.

Lamna (Odontaspis) Sauvagei, Locard.

M. Locard[2], dans son important travail sur la faune de la Molasse des environs de Lyon, a déjà signalé cette forme à ce niveau. Je n'ai pu constater la disposition toute spéciale des stries sur la face interne de la dent; les cônes latéraux sont très petits, la forme de la dent est d'ailleurs bien caractéristique et répond bien à celle figurée (Locard, p. 8, pl. XIX, fig. 1-2).

Gisement : rare à Bas-Lessin, citée en outre par M. Locard à Chimilin.

Lamna (Odontaspis) contortidens, Agassiz (*loc. cit.*, vol. III, tab. 37 *a*, fig. 17 à 23).

Je rapporte à cette espèce, si fréquente dans la Molasse marine

[1] A. Agassiz, *Recherches sur les ossements fossiles*, vol. III, pl. XXXVII*a*, fig. 53.

[2] A. Locard, Description de la faune de la Molasse marine et d'eau douce du Lyonnais et du Dauphiné *(Arch. du Mus. de Lyon*, t. II, 1879).

de la Suisse, un exemplaire en bon état de conservation, présentant bien les cornes de la racine très sensiblement rapprochées et un autre exemplaire dont il ne reste que la moitié longitudinale.

Gisement : assez rare à Bas-Leyssin.

Crustacés — Cirrhipèdes

Tetraclita Dumortieri, Fischer (*in* Falsan et Locard, *Monogr. géol. du mont d'Or lyonnais*, p. 434, pl. I, fig. 1 *ac*).

Comme l'a très bien remarqué M. Locard *(loc. cit.*, p. 15, pl. XVIII, fig. 12), ce type créé par Fischer, pour une forme d'un niveau inférieur à celui de Chimilin (zone de Saint-Fons), est sujet à un certain nombre de variations. On peut trouver dans le même gisement la forme élancée, beaucoup plus conique, où les côtes longitudinales sont très fines et l'ouverture operculaire subtrapézoïde, constituant la *var. alta* Locard et la forme plus surbaissée, beaucoup plus voisine du type de Fischer. Le test est toujours très poreux.

Gisement : commun à Messenin-Veyrins, assez commun à Bas-Leyssin, Saint-Sorlin.

Balanus porcatus, da Costa (1778, *Hist. nat. Test. Brit.*, p. 249).

C'est à cette espèce, à laquelle je rattache également *B. sulcatus* Bruguière[1], que je rapporte de nombreux fragments, très répandus dans tous les gisements. Il sont bien reconnaissables, par la présence des côtes longitudinales, existant tout le long des valves ; ces côtes sont souvent irrégulières; quelques échantillons atteignent jusqu'à 25 millimètres de hauteur ; les valves sont en général très épaisses.

Gisement : assez commune à Granieu, Saint-Sorlin, Le Malein, Bas-Leyssin, Messenin, Veyrins.

Quelques valves présentent des côtes allant en s'atténuant vers le haut, ce qui les rapprocherait peut-être du *Bal. tintinnabulum* L. signalé à Cabrières.

[1] Bruguière, *Encyclop. méthod.*, tab. CLXXIV, fig. 1, 1789.

ANNÉLIDES — TUBICOLIDÆ

Serpula sp. ind.

Je possède un seul exemplaire d'un tube de Serpule légèrement courbé, à peu près cylindrique, qui provient de la collection de M. REYMOND de Messenin-Veyrins et dont la surface présente de légères stries annulaires, ce qui distingue cette forme des serpules des dépôts de la Croix-Rousse et des environs d'Hauterives (Drôme).

MOLLUSQUES — GASTROPODES

Muricidæ

La famille des Muricidæ acquiert, dans les dépôts de cette zone, un développement considérable non seulement en genres et en espèces, mais aussi en individus, au moins pour certaines formes. Cette famille a été récemment étudiée par BELLARDI.[1] Nous adopterons en grande partie son mode de classification.

Murex (Ocinebra) Dujardini Tournouer [2] *(Journ. de Conchyliologie*, XXII, p. 151, tab. V, fig. 4). (Pl. II, fig. 2.)

Je rattache à cette espèce, qui appartient d'ailleurs au groupe du *M. erinaceus*, avec ses trois varices principales et une intermédiaire beaucoup moins accusée le *M. erinaceus* Dujardin[3], ainsi que le *M. Aquitanicus* de Fischer et Tournouer[4]. Le type du Léberon a cependant ses côtes beaucoup plus régulières et les échantillons, que j'ai eus entre les mains, se rapprochent un peu plus du type de Touraine.

Gisement : assez commun à Messenin-Veyrins et à Bas-Leyssin.

[1] L. BELLARDI, *I Molluschi del Piemonte et della Liguria*, part. I, 1875.

[2] *Ocinebra* d'après P. FISCHER, *Manuel de Conchyliologie*, p. 642, *Pteronotus*, d'après BELLARDI.

[3] DUJARDIN, Mémoire sur les couches du sol en Touraine *(Mém. de la Soc. Géol. de France*, 1re série, t. II, p. 295.)

[4] FISCHER ET TOURNOUER in *Animaux fossiles du Léberon*, p. 119.

Murex (Ocinebra) exoletus, Bellardi *(Pteronotus exaratus, loc. cit.*, p. 93, tab. IV, fig. 12 *ab)*. (Pl. II, fig. 3.)

Quoique n'ayant qu'un fragment du dernier tour de spire, je le rapporte avec certitude à l'espèce citée par Bellardi dans le Miocène supérieur d'Italie, car il y a identité complète entre notre échantillon et la figure de Bellardi, la taille est également la même.

Gisement : très rare à Bas-Leyssin.

Murex Dertonensis, Mayer *(Journ. de Conchiylol.*, vol. XVI, p. 107, pl. III, fig. 5). (Pl. II, fig. 4.)

Cette espèce, extrêmement voisine du *M. polymorphus*, Brocchi du Pliocène, en serait, d'après Bellardi [1], la forme représentative au Miocène ; nos échantillons, très voisins de ceux de Cabrières, n'atteignent pas cependant une taille aussi grande et ont toujours d'ailleurs une spire beaucoup plus surbaissée et les côtes spirales un peu plus accentuées. La carène est nette.

Gisement : assez commun à Bas-Leyssin, rare à Messenin-Veyrins.

Murex (Ocinebra) inflexus, Doderlein (Cenni geoligici intorno la giacitura de ter. mioc. super. dell'Italia centrale, 1862. *Atti d. X Congr. di Scienze*, Sienne). (Pl. II, fig. 5.)

Les seules différences que j'ai pu constater avec les échantillons du Tortonien de Monte-Gibbio de la collection de la Faculté des Sciences de Lyon, consistent en une taille généralement un peu plus grande, les côtes transverses un peu plus arrondies et les ornements spiraux formés d'une série de côtes, alternativement grandes et petites.

Gisement : rare, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins [2].

Murex (Ocinebra) funiculosus, Borson, (Ad. oryctographiam pedemontanam Auctarium *Mém. Ac. R. d. Sc. de Turin*, VI, 1821). (Pl. II, fig. 7.)

La forme que je rapporte à cette espèce surtout Pliocène, diffère

[1] *Loc. cit.*, p. 157, tab. VII, fig. 12 *a b*.

[2] Dans la classification de Bellardi le *Murex craticulatus* Linné, cité par M. Locard à ce niveau et que je n'ai pu retrouver, se placerait ici, ainsi que le *M. Bicaudatus* Borson.

légèrement de l'échantillon figuré par Brocchi (*Conch. foss. sub.*, p. 663, tab. XVI, fig. 3, mais se rapproche beaucoup des formes du Pliocène du Sud-Est de la France; le dernier tour de la coquille est cependant sensiblement plus long que le reste de la coquille; la dernière côte et l'antépénultième affectent la forme de varices; la queue est large, courte, et très fortement inclinée à gauche, cette forme constitue sans doute une variété Miocène.

Gisement : très rare, Messenin-Veyrins.

Murex (Ocinebra) nodosus, Bellardi (*loc. cit.*, p. 146, pl. VIII, fig. 1).

Le groupe du *M. nodosus* comprend des formes excessivement voisines les unes des autres et dont Bellardi a fait des espèces distinctes. Je lui rapporte un certain nombre de petites formes de Murex, communes dans tous les gisements et dont les côtes spirales sont cependant beaucoup moins nombreuses et moins fines que dans les espèces Pliocènes d'Italie.

Deux échantillons de Bas-Leyssin, par leur siphon beaucoup plus allongé, leur dernier tour de spire comprenant un peu plus des 2/3 de la hauteur totale de la coquille et l'existence de six côtes longitudinales, paraissent se rapporter plutôt au *M. Anconae* Bellardi (*loc. cit.*, p. 147, tab. VIII, fig. 2); les côtes spirales sont toujours moins fines (pl. II, fig. 8).

Deux autres échantillons, également de Bas-Leyssin, avec leur bouche très élargie, un tube siphonal allongé et l'indice d'une carène me paraissent identiques au *M. geniculatus* Bellardi (*loc. cit.*, p. 150, tab. VIII, fig. 5), et appartiendraient à un groupe un peu différent quoique bien voisin du *M. nodosus* (pl. II, fig. 9).

Toutes ces formes présentent, comme je le faisais remarquer un peu plus haut, de nombreuses affinités, surtout par le mode d'ornementation de la coquille, la taille et la grandeur du dernier tour de spire, par rapport au reste de la coquille.

Murex (Ocinebra) confragus, Bellardi (*loc. cit.*, p. 152, tab. 8, fig. 9 *ab*). (Pl. II, fig. 10.)

Malgré l'usure assez grande de nos échantillons, leur taille

allongée, l'ombilic à peine indiqué, les côtes transverses presque toutes uniformes, les huit côtes longitudinales et la forme sub-triangulaire de la bouche, les font rapporter avec certitude à l'espèce figurée par Bellardi. Un de nos échantillons atteint une taille un peu plus grande, 14 millimètres de longueur. Cette espèce jusqu'à présent est exclusivement Miocène.

Gisement : rare, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Murex (Ocinebra) bifrons, Tournouer (*in* Falsan, Tufs de Meximieux, *Arch. Mus. de Lyon*, t. I, p. 153, 188). (Pl. II, fig. 11.)

Cette espèce qui, par ses varices arrondies costiformes, appartient au sous-genre *Ocinebra* de Bellardi, a été créée par Tournouer pour une espèce de Chimilin de ce niveau. Il en a donné la diagnose suivante :

Testa parva, solida, ranellæformis; ultimo anfractu, bivaricoso, binodoso, transverse lirato, lirio alternis majoribus, labro dentato, canali brevi, subsulcato. Elle a été figurée par M. Locard (*loc. cit.*, pl. XVIII, fig. 5 7). Il y a dans les formes que je possède quelques variations de taille, mais les caractères précédents et la présence de deux côtes intermédiaires entre les varices opposées de son dernier tour les rapportent d'une façon certaine à l'espèce de Tournouer.

Gisement : commune à Chimilin, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Murex (Ocinebra), Reymondi (nov. sp.). (Pl. II, fig. 15.)

A côté de l'espèce précédente et appartenant au même groupe de Murex, caractérisé par l'existence de deux varices ranelliformes, mais en différant par la taille et l'ornementation je la caractériserai de la façon suivante :

Coquille d'assez petite taille (long. 13 à 16 millimètres, largeur 9 à 11 millimètres), dernier tour de spire occupant les 2/3 de la longueur totale ; cinq côtes longitudinales dont deux, celle qui avoisine l'ouverture et la côte opposée, beaucoup plus forte; entre ces deux côtes, une seule intermédiaire, un peu

tuberculeuse ; réseau de stries spirales alternativement fortes et faibles ; ouverture ovale, labre denté, canal court, fermé, légèrement infléchi, ombilic assez développé, queue courte.

Cette espèce présente quelques affinités avec le *M. funiculosus* Borson, par la forme du dernier tour, mais s'en distingue facilement par l'ornementation longitudinale.

Gisement : assez commun Messenin-Veyrins, Bas-Leyssin, rare, Saint-Sorlin.

Murex (Ocinebra) Berardi, nov. sp. (Pl. II, fig. 13.)

Coquille épaisse, d'assez grande taille (long. 23 millimètres, larg. 12 millimètres). Le dernier tour occupant les 2/3 de la longueur totale de la coquille ; spire allongée ; cinq côtes longitudinales, dont deux, celle qui avoisine l'ouverture et la cinquième, située juste en face de la columelle, variqueuses ; stries transversales alternativement fortes et faibles, ouverture ovale, labre avec six dents assez visibles, bord columellaire droit, canal fermé presque droit, queue oblique, courte.

Cette espèce présente beaucoup d'affinité, comme l'espèce précédente, avec le *M. Funiculosus* Borson[1] ; l'ornementation longitudinale permet toujours de l'en distinguer, ainsi que des deux espèces précédentes. Elle présente également quelques affinités de formes avec le *M. irregularis* Bellardi (*loc. cit.*, p. 158, pl. VIII, fig. 21 *a b*).

Gisement : assez commun Messenin-Veyrins.

Murex (Ocinebra) Arnaudi, Fischer et Tournouer (*Animaux fossiles du Léberon*, p. 119, pl. XVI, fig. 3, 4). (Pl. II, fig. 16.)

Fischer et Tournouer ont décrit, dans la Molasse de Cucuron, une forme voisine du *M. imbricatus* Brocchi[2], mais qui en diffère par ses côtes spirales plus saillantes et beaucoup plus séparées ; la

[1] Voir Fontannes, *Les Mollusques Pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*, t. I, pl. II, fig. 2, 1879.

[2] G. Brocchi, *Conchyliologia fossile subapennina con osservazioni geologicche*, 1814, p. 408, pl. XVI, fig. 3 et 4.

coquille est épaisse, la spire assez longue, et le labre présente des dents assez fines, au nombre de sept, le canal est ouvert.

Gisement : rare Bas-Leyssin.

Murex (Ocinebra) Mermieri nov. spec. (Pl. II, fig. 14.)

Coquille relativement épaisse, de grande taille (long. 25 à 39 millimètres, larg. 14 à 20 millimètres), dernier tour occupant les 3/5 de la longueur totale de la coquille, 9 côtes longitudinales arrondies, égales ; côtes spirales épaisses, assez profondément séparées. Ouverture arrondie, canal ouvert, incliné à gauche, ombilic profond, columelle arquée, labre mince avec 7 à 8 dents. Il y a une carène assez nette.

Cette belle espèce, assez voisine du *M. Arnaudi*, s'en distingue facilement par son labre beaucoup plus mince, ses côtes spirales moins écartées, laissant entre elles et les côtes longitudinales des intervalles peu profonds ; les dents du labre sont plus nombreuses. Voisine également du *M. craticulatus*, dont elle se distingue par ses côtes longitudinales, moins nombreuses et moins accentuées ; la carène est la même, mais le canal est largement ouvert.

C'est à cette forme qu'il faut rapporter le *Murex craticulatus* Linné *in* Locard (*loc. cit.*, p. 21.)

Gisement : très commun Messenin-Veyrins, commun Bas-Leyssin.

Murex Turonensis, Dujardin (Sur les couches du sol en Touraine, *Mém. Soc. Géol. de France*, 1re série, t. II, p. 295, pl. XIX, fig. 27).

Je rapporte avec assez de certitude, d'après la figure de Dujardin et d'après les échantillons de Touraine existant dans la collection de la Faculté des Sciences de Lyon, un Murex de grande taille dont je ne possède que le dernier tour de spire, l'ornementation et la forme de l'ouverture étant identiques.

Gisement : excessivement rare Messenin-Veyrins[1].

[1] Je n'ai pu retrouver le *M. craticulatus* Linné, ni le *M. bicaudatus* Borson signalés par M. Locard à ce niveau ; il m'a été également impossible de retrouver le *M. (Phyllonotus) scalaris* Brocchi, cité par Fontannes et qui est d'ailleurs une forme essentiellement Pliocène.

Pollia Bredae, Michelotti *(Descrip. des foss. mioc. de l'Italie septentrionale*, 1847). (Pl. II, fig. 17.)

Cette forme me paraît un peu plus petite que celle signalée à Stazzano dans le Miocène supérieur par Bellard *(loc. cit.*, p. 208, tab. XII, fig. 16). Elle se différencie nettement de la forme Pliocène (en particulier de celle de Theziers), par le dernier tour de spire moins renflé et la présence de plis moins nombreux sur la columelle que dans le type italien ; ces plis existent sur toute la columelle avec seulement une légère interruption à la partie inférieure.

Gisement: assez commune; Bas-Leyssin, rare, Messenin-Veyrins.

Pollia (Engina) exsculpta, Dujardin *(loc. cit.)*. (Pl., II fig. 18.)

Quelques-uns de mes échantillons se rapportent bien à la variété signalée par M. Locard *(loc. cit.*, p. 26, pl. XVIII, fig. 8-9) et paraissent beaucoup plus petits que l'espèce de Touraine ; les côtes spirales sont très accentuées, surtout dans les échantillons en bon état. Un seul échantillon de Messenin est très voisin de la forme de Touraine.

Gisement: assez commun, Bas-Leyssin, Messenin.

Pollia magnicostata, Bellardi *(loc. cit.*, p. 213, tab. XII, fig. 24). (Pl. II, fig. 19.)

Cette espèce a déjà été signalée à ce niveau par M. Locard *(loc. cit.*, p. 27) et je ne vois pas de différence entre mes échantillons et l'espèce de Bellardi, si ce n'est dans le dernier tour de spire qui est ici un peu moins renflé ; les 7 ou 8 côtes longitudinales sont toujours très arrondies, la bouche allongée.

Gisement: commune à Messenin-Veyrins; rare à Bas-Leyssin.

Euthria nodosa, Bellardi *(loc. cit.*, p. 226, pl. XIII, fig. 16). (Pl. II, fig. 22.)

Cette espèce se distingue facilement de toutes les autres par sa forme ventrue, la présence de côtes longitudinales et de côtes spirales ; la taille de mes échantillons est un peu plus faible que celle du type figuré. Je rapporte également à ce type un certain nombre d'échantillons plus petits, mais qui présentent la même forme

générale et le même mode d'ornementation de la coquille. On voit, chez quelques-uns de nos échantillons, la trace d'une dent, en haut de la columelle, ce qui les rapprocherait de l'*E. minor* Bellardi (*loc. cit.*, p. 229, tab. XIII, fig. 24).

Gisement : assez commun à Messenin-Veyrins.

Euthria striata, Bellardi (*loc. cit.*, p. 222, pl. XIII, fig. 5 et 6). (Pl. II, fig. 23.)

Espèce très voisine de l'*E. Cornea* Linné, dont elle se distingue par le canal beaucoup plus court et presque droit, et l'ornementation. Nos échantillons se rapprochent des deux types figurés par Bellardi, avec une columelle soit lisse, soit ornée d'une dent. L'ornementation se rapporte toujours à la variété A de Bellardi. La taille (23 à 30 millimètres de long) est plus faible.

Gisement : assez commun à Messenin-Veyrins.

Euthria adunca, Bellardi, var. *Rhodanica.* (Pl. II, fig. 25.)

Les deux échantillons que je possède, provenant, l'un de Saint-Sorlin, l'autre de Messenin, ne se rapportent exactement à aucun des types de Bellardi. La forme générale de la coquille, l'ouverture arrondie, avec un canal légèrement incliné à gauche, lui donnent l'aspect de l'*E. cornea var B.* Bellardi (*loc. cit.*, tab. XIII, fig. 20-21-22) et de celle figurée par Fontannes [1]; les tours de spires allongés sont moins renflés que chez *E. adunca.* La taille (long. 35 millimètres, larg. 16 millimètres) diffère également de celle des deux espèces précédentes. Toutes ces différences justifient la nouvelle variété que je propose pour cette forme.

Gisement : très rare, Saint-Sorlin, Messenin-Veyrins.

Ranella sp.

Parmi de nombreux débris de coquilles, il est assez facile de reconnaître, grâce à l'existence de deux varices tout le long de la

[1] Fontannes, *loc. cit.*, pl. III, fig. 2.

coquille, dans deux plans opposés, le genre *Ranella*, je ne peux qu'indiquer un rapprochement avec la *Ranella multigranosa* Bellardi, d'après l'ornementation des premiers tours de spire que je possède seulement.

Gisement : nombreux débris à Messenin-Veyrins.

Fusus provincialis, Fischer et Tournouer *(loc. cit.*, p. 122, pl. XVI, fig. 2). (Pl. II, fig. 21.)

Je rapporte à l'espèce de Cabrières, une forme légèrement différente, qui me paraît tout à fait intermédiaire entre cette espèce et le *Fusus cœlatus* Dujardin de la Touraine ; la taille est la même que celle des échantillons de Cabrières de la collection de la Faculté des Sciences de Lyon, beaucoup plus petite que celle de l'espèce de Touraine, dont elle possède les côtes spirales et les dents de l'ouverture.

Gisement : très rare Messenin-Veyrins.

Fusus Valenciennesi, Grateloup *(Atlas conch., foss. du bassin de l'Adour*, tab. 23, fig. 4). (Pl. II, fig. 20.)

Je ne possède qu'un seul échantillon de cette espèce, très répandue dans le Miocène supérieur de la France, l'Autriche et l'Italie. La spire un peu plus aiguë, les côtes plus nombreuses et la taille plus petite que dans la forme du Sud-Ouest, rapprochent notre échantillon de la forme du Bassin de Vienne, figurée par Hörnes[1]; les côtes du dernier tour de spire sont un peu moins accentuées.

Gisement : très rare à Bas-Leyssin.

Buccinidæ.

La famille des Buccinidæ, comme la famille précédente des Muricidæ, acquiert un très grand développement à ce niveau. Comme à

[1] Hörnes, *Die Fossilien Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien*, 1856, tab. XXXI, fig. 15.

Cabrières, le genre *Nassa* est prédominant, et par les espèces, et surtout par le nombre des individus. Il est à remarquer que la *Nassa Michaudi* Thiollière, n'y a jamais été signalée quoiqu'elle soit très abondante au niveau supérieur, elle caractérise, en effet, tout à fait le niveau saumâtre inférieur du Pontien.

Nassa contorta, Dujardin *(loc. cit.*, p. 298, pl. XX, fig. 1, 2). (Pl. II, fig. 1.)

Les deux échantillons que je possède (dont un en très bon état et de grande taille), se rapportant à cette forme de Touraine, présentent bien une forme ovalo-conique, avec plis longitudinaux ici bien marqués, ainsi que les stries transverses. L'ouverture est oblongue et présente deux plis tordus à la base.

Gisement : rare Messenin-Veyrins.

Nassa conglobata, Brocchi *(loc. cit.)*, var. *Cabrierensis*, Fisch. et Tourn.

D'après M. Locard (*loc. cit.*, p. 34), il existerait, dans la collection de M. Falsan, des échantillons mutilés, provenant de Chimilin et de Bas Leyssin, dans lesquels Tournouer, aurait reconnu la variété de Cabrières. Dans les échantillons que j'ai examinés, un seul provenant de Messenin-Veyrins et malheureusement très roulé, par sa taille et la forme de l'ouverture, m'a paru se rapporter exactement à l'espèce de Brocchi.

Nassa Dexivæ, Fontannes (*Les terrains Néogènes du plateau de Cucuron*, p. 80, pl. I, fig. 7, 1878). (Pl. III, fig. 2.)

Espèce de Cabrières, de petite taille, voisine de la *Nassa serraticosta* Bronn ; notre échantillon présente une forme un peu plus trapue que l'espèce type ; les côtes longitudinales sont bien marquées, la callosité est un peu moins accentuée. Il présente aussi beaucoup d'affinités avec une variété de la *Nassa serraticosta*, du Miocène supérieur, dont Bellardi a fait la *Nassa sculptilis* (*loc. cit.* IIe partie, p. 326, pl. VII, fig. 9), qui ne diffère d'ailleurs de l'espèce de Fontannes que par l'absence de dents sur la columelle ; notre échantillon a encore cependant une forme plus trapue.

Gisement : très rare, Bas Leyssin.

Nassa sallomacensis, Mayer *(Journ. de conchyliol.*, vol. VIII, p. 215, pl. V, fig. 7). (Pl. II, fig. 26.)

Cette espèce est représentée à Cabrières par une forme beaucoup plus allongée que l'espèce de Mayer. Nos échantillons présentent de grandes affinités avec ceux de Cabrières, par leurs côtes longitudinales largement espacées ; les côtes spirales sont moins nombreuses et plus grosses, ce qui les rapprocherait de la *Nassa incrassata* Müller.

Gisement : très rare, Corbelin, Bas-Leyssin.

Nassa atlantica, Mayer *(Journ. de conchyliol.*, vol. VIII). (Pl. II, fig. 24.)

Un grand nombre des échantillons, que j'ai eus en ma possession, se rapportent au groupe de la *Nassa tersa* Bellardi, à test lisse, ne présentant que quelques stries longitudinales sur le dernier tour de spire ; le canal est légèrement infléchi vers la gauche ; le dernier tour de spire est un peu moins allongé que dans le type figuré par Bellardi (*loc. cit.*, IIIe part., p. 373, voir H. tabl. X, fig. 4 et 6).

Gisement : commun, Messenin-Veyrins.

Nassa Dujardini, Deshayes *(loc. cit.*, p. 88, pl. 20, fig. 5, 7). (Pl. III, fig. 3).

Considérée comme l'ancêtre de la *Nassa mutabilis* actuelle. Elle présente à Cabrières deux variétés β et γ de Fischer et Tournouer (*loc. cit.*, p. 144 pl, XVII fig. 8 et 10). Le plus grand nombre des échantillons de cette forme qui nous apparaît, par sa fréquence, comme tout à fait caractéristique de ce niveau, se rapporte à la variété γ de Fischer. La variété β qui se rencontre également dans ces gisements est beaucoup plus rare et se rapproche davantage de la forme de la Touraine.

Gisement : très commun dans tous les gisements.

Nassa Falsani, Tournouer *(in* Tufs de Meximieux, *loc. cit.*, p. 153). (Pl. II, fig. 27.)

Espèce créée par Tournouer sur des échantillons provenant de Chimilin. Elle est également tout à fait caractéristique de ce

niveau. Facile à caractériser par ses tours de spire croissant lentement, sa bouche rétrécie en avant et complètement lisse. Le dernier caractère permet de la distinguer de la *Nassa Michaudi* du niveau supérieur, ainsi que son dernier tour de spire moins ventru. C'est évidemment la forme ancestrale de cette dernière espèce.

Très commune dans tous les gisements.

Nassa acrostyla, Fischer et Tournouer *(loc. cit.*, p. 124, pl. XVIII, fig. 11, 12). (Pl. II, fig. 28.)

Les échantillons qui, par la taille et par les caractères de la spire se rapportent à l'espèce de Cabrières, présentent toujours une callosité columellaire moins développée, ce qui en fait une forme intermédiaire entre cette espèce et la *Nassa Dujardini*.

Gisement : assez commune à Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Eburna Caronis, Brongniart *(Mém. sur les terrains calcaires du Vicentin*, p. 61, pl. III, fig. 10, 1823.)

M. Locard rapporte, avec un peu de doute à cette espèce, un fragment en mauvais état de la collection de M. Reymond, et provenant de Messenin-Veyrins. Cet échantillon que j'ai eu entre les mains, se rattache nettement à un Buccinidé, mais est bien difficile à spécifier d'une façon précise.

Olividæ.

Ancilla glandiformis Lam., var. *elongata*, Locard *(loc. cit.*, p. 44.)

Cette espèce est très commune à ce niveau et se trouve dans tous les gisements. Elle constitue, avec l'*Arca Turonica*, une espèce caractéristique. Les nombreux échantillons que je possède se rapportent presque tous à la variété créée par M. Locard. L'extrémité de la spire est très obtuse et faiblement conique ; l'ouverture est étroite. Cette forme se rapproche beaucoup plus du type de Touraine que de celui de Cabrières, beaucoup plus ventru.

Columbellidæ.

Columbella curta, Dujardin sp. *(loc. cit.*, p. 300, pl. XIX, fig. 17). (Pl. III, fig. 4.)

Cette espèce de Touraine se retrouve également à ce niveau ; nos échantillons ne diffèrent de ceux de la Touraine et en particulier de la forme figurée par Dujardin, que par la longueur du tour de spire un peu plus faible et par son dernier tour de spire un peu moins élargi. Ils sont identiques à la petite forme figurée par Hörnes[1]. Cette forme lisse ne se retrouve pas à Cabrières où il n'existe que des espèces ornées ; elle présente, quoique de taille plus petite, beaucoup d'affinités avec *C. turonica;* les dents de l'ouverture sont les mêmes.

Columbella subulata, Defrance. *(Dictionnaire des Sc. Naturelles*, tab. 5, p. 113). (Pl. III, fig. 5 *a.*)

Cette espèce se présente ici avec une taille un peu plus petite que la forme de Vienne et d'Allemagne (Baden, Geinfahren) du deuxième Étage Méditerranéen. Elle est d'ailleurs extrêmement polymorphe. Nos échantillons sont identiques au *Buccinum subulatum* Brocchi[2] et aux échantillons de Touraine, que j'ai eus à ma disposition.

Gisement : très rare, Bas Leyssin, Messenin-Veyrins.

Fontannes cite en outre de ce niveau, *C. porcata* Fischer et Tournouer, espèce de Cabrières.

Pleurotomidæ.

Clavatula gradata, Defrance. (Pl. III, fig. 6, à gauche.)

L'ornementation de nos échantillons est un peu moins marquée que chez le type figuré par Bellardi[3] ou par Hörnes, mais est iden-

[1] Hörnes, *loc. cit.*, p. 118, pl. XI, fig. 6.
[2] Brocchi, *loc. cit.*, t. II, p. 426, pl. VIII, fig. 21.
[3] Bellardi, *loc. cit.*, part. II, p. 175, pl. V. fig. 39.

tique à celle des échantillons de Cabrières. Cette espèce, très voisine de la *Cl. concatenata* des faluns de Bordeaux et du Miocène moyen de Turin, doit être la forme représentative de cette espèce à ce niveau.

Gisement : assez rare à Bas Leyssin.

Clavatula interrupta, Brocchi *(loc. cit.*, vol. II, p. 433, pl. IX, fig. 21). (Pl. III, fig. 5.)

C'est plutôt une forme de transition, entre la *C. asperulata* qui est surtout représentée dans le Miocène inférieur et la *C. interrupta* du Pliocène. Elle est identique aux formes de Cabrières que Fischer et Tournouer[1] considèrent comme une variété de la *C. asperulata*.

Gisement : commune Bas Leyssin, Messenin-Veyrins.

Clavatula cabrierensis, Fischer et Tournouer *(loc. cit.*, p. 129, pl. XVII, fig. 15, 16). (Pl. III, fig. 6, à droite.)

Des trois échantillons que je rapporte à cette espèce, un seul peu usé, présente tous les caractères de l'espèce de Cabrières. C'est d'ailleurs une forme très voisine de *C. interrupta*, avec son dernier tour de spire assez allongé et peu renflé. La rangée spirale supérieure de tubercules est peu accentuée.

Gisement : assez rare, Bas Leyssin, Messenin-Veyrins.

Clavatula calcarata, Grateloup *(loc. cit.)*

Ce Pleurotome, qui est si abondant à Cabrières, est au contraire ici assez rare ; il est représenté par des formes de petite taille. Malgré l'usure qu'ont subie les coquilles, par suite du charriage, on reconnaît bien les ornements tuberculeux caractéristique des variétés représentées par Fischer et Tournouer [2] et qui passent peu à peu au *Cl. asperulata*.

Gisement : assez rare, Meyssenin Veyrins; rare, Bas Leyssin.

[1] Fischer et Tournouer, *loc. cit.*, p. 128.
[2] Fischer et Tournouer, *loc. cit.*, p. 129, pl. XVII, fig. 10 et 11.

Clavatula asperulata, Lamarck *(Hist. Nat. des animaux sans vert.*, vol. VII, p. 97, n° 3). (Pl. III, fig. 7.)

Je rapporte à cette espèce des échantillons de grande taille qui, par la forme de la bouche, les trois rangées spirales de tubercules (au moins) qui se trouvent sur le dernier tour de spire et les deux rangées qui existent sur les autres tours de spire, séparés par une partie assez concave, présentent les caractères des échantillons de Cabrières.

Gisement : peu commune à Messenin-Veyrins, Bas Leyssin.

Il existe encore dans ces gisements d'autres formes de Pleurotomes[1], malheureusement indéterminables, étant donné le mauvais état des échantillons qui ont été fortement roulés.

La famille des *Pleurotomidæ*, qui caractérise des dépôts d'une mer relativement chaude, nous présente donc, dans cette zone, un grand nombre de formes, en général moins ornées que celles de Cabrières ou d'Italie, présentant entre elles des affinités excessivement grandes, permettant pour ainsi dire, de constater toutes les transitions entre un grand nombre d'espèces.

Mitridæ.

Mitra fusiformis, Brocchi *(loc. cit.*, vol. II, p. 315, n° 16). (Pl. III, fig. 8.)

Cette espèce mio-pliocène extrêmement abondante à Cabrières, où elle est représentée par des individus de grande taille, paraît également assez commune à ce niveau. Les échantillons complets sont excessivement rares, mais les derniers tours de spire montrent les dents caractéristiques de la columelle. La coquille atteint ici une taille considérable.

Gisement : assez commune, Messenin-Veyrins, Bas-Leyssin, Granieu.

Mitra Manzonii, Fischer et Tournouer *(loc. cit.*, p. 131, pl. XX, fig. 23). (Pl. III, fig. 13.)

Cette espèce caractéristique de Cabrières est représentée dans la

[1] C'est ainsi que M. Locard cite, avec un point d'interrogation, *Pleurotoma granulatocincta* Münster.

plupart des gisements de la région, par de petites formes qui présentent bien les trois plis obliques de la columelle; sauf la présence des côtes longitudinales et de stries encore bien visibles sur nos échantillons, on pourrait facilement les prendre pour des variétés de la *Mitra ebenus* Lamarck [1].

Gisement: rare, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

M. Locard signale en outre, à Messenin-Veyrins la *Mitra ebenus* Lam. Un seul des échantillons que nous avons eus à notre disposition peut se rapporter à cette espèce, par son test lisse, une forme générale de la coquille sensiblement biconique, ce qui la distingue de la *Mitra fusiformis*, avec les formes jeunes de laquelle on pourrait assez facilement la confondre. Elle présente quatre dents à la columelle. Elle est presque identique à la forme de Cabrières caractérisée également par l'absence d'ornementation à la surface du test. Ce caractère la distingue complètement des formes de cette espèce figurée par Hörnes et que Fischer et Tournouer rapportent avec raison à la *M. Manzonii*.

Cypræidæ.

Erato lævis, Donovan, var. *ventricosa*, Locard *(loc. cit.*, p. 50, pl. XVIII, fig. 13, 14). (Pl. III, fig. 12.)

Les échantillons se rapportent bien au type figuré par M. Locard le caractère de la variété *ventricosa* est encore plus accentué chez certains types, mais l'espèce reste toujours cependant très voisine de celle de Donovan, la forme générale est beaucoup moins allongée que chez les types figurés par Brocchi et par Hörnes.

Gisement : peu commune, Chimilin, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Naticidæ.

Natica helicina, Brocchi *(loc. cit.*, p. 297, pl. 1, fig. 10). (Pl. III, fig. 10.)

Les échantillons identiques à l'espèce de Brocchi se rapprochent

[1] Voir Hörnes *loc. cit.*, pl. X, tab. XI, XII et XIII.

beaucoup par la taille des formes de Touraine et diffèrent complètement, par la forme de l'ombilic, des types de Cabrières. D'après M. Sacco [1], il faudrait plutôt considérer cette espèce comme une variété de la *Naticina catena*.

Gisement : assez rare, Bas Leyssin, Messenin-Veyrins, Pont-de-Beauvoisin.

Natica (Neverita) Josephinia, Risso (*Hist. Nat. des env. de Nice et des Alpes-Maritimes*, vol. IV, p. 149, fig. 43. (Pl. III, fig. 9.)

Espèce assez rare, atteignant une grande taille, comme les formes du Miocène d'Italie, où elle est apparue dès le Tongrien ; elle vit encore actuellement dans la Méditerranée. M. Sacco[2] en a distingué un grand nombre de variétés. L'un de nos échantillons est identique au type figuré (pl. II, fig. 54, *a b*), tandis que l'autre me paraît plus voisin de la variété *poliniceoïdes*, Sacco, fig. 59, de l'Helvétien et du Tortonien d'Italie.

Gisement : rare, Messenin Veyrins.

Turritellidæ.

Turritella bicarinata, Eichwald. (Pl. III, fig. 11.)

Je trouve, comme à Cabrières toute une série de formes établissant tous les passages déjà signalés par Hörnes [3] du type unicaréné au type franchement bicaréné. Il y a également des formes de passage vers la *T. subangulata* Brocchi. Je n'ai pas vu la *T. scalaria* Dubois de Montpéreux, dont le type figuré par Hörnes est beaucoup plus voisin de la *T. Archimedis* Brongt de l'Oligocène.

Gisement : commune dans tous les gisements.

Proto rotifera, Lamarck. *Hist. nat. des animaux sans vert.*, t. VII, p. 59. (Deshayes, *Description des coq. fossiles des environs de Paris*, t. II, p. 277, pl. XL, fig. 20, 21)

Cette espèce comme la précédente est excessivement polymor-

[1] Sacco, *I Molluschi dei Terreni terziarii del Piemonte*, part. VIII.
[2] Sacco, *loc. cit.*, p. 307, tab. 2, fig. 54-60.
[3] Hörnes, *loc. cit.*, p. 426, pl. XLIII, fig. 8-12.

phe. En comparant mes échantillons, avec ceux de Cabrières j'ai pu rapporter, avec quelque doute, à une variété extrême passant à la *P. cathedralis*, deux échantillons de Messenin-Veyrins où les ornementations du type ont presque complètement disparu; les différents tours de spire sont encore bien séparés.

Vermetidæ.

Vermetus (Serpulorbis) arenarius, Linné. (Pl. III, fig. 14.)

Il existe de nombreux débris de cette espèce dans la plupart des gisements, mais les échantillons un peu complets sont beaucoup plus rares. En général, les côtes transverses si apparentes dans les figures de HÖRNES[1] manquent presque complétement ; il ne reste de bien apparent que la côte longitudinale saillante, formant une espèce de carène. A l'intérieur de la coquille, l'on voit les restes bien visibles des cloisons transversales. Notre échantillon présente les plus grandes affinités avec le type figuré par FONTANNES (*Mollusques pliocènes*, pl. XI, fig. 5).

Gisement: commune, Messenin-Veyrins; rare, Chimilin, Bas-Leyssin.

Un fragment peu déterminable d'une autre espèce de *Vermetus* me paraît se rapporter par la nature de l'ornementation (fines stries transversales) au *Vermetus intortus*, déjà cité à Cabrières et dans le Bassin de Vienne. Ce débris provient de Messenin-Veyrins.

Turbinidæ.

Turbo muricatus, Dujardin sp. *(loc. cit.*, p. 285). (Pl. III, fig. 16.)

Espèce présentant de nombreuses variations (même parmi les individus provenant d'un même gisement), soit dans la forme de la spire, soit dans la nature des ornements. Ces derniers se modifient

[1] HÖRNES, *loc. cit* , tab. XLVI, fig. 15.

d'ailleurs avec l'âge. Chez nos échantillons (qui sont toujours un peu roulés) l'ornementation est plus grossière que chez les types de Cabrières et ils sont très voisins des types figurés par Dubois de Montpéreux[1] sous le nom de *Turbo rugosus* Linné.

Gisement : assez commun dans tous les gisements.

Turbo mamillaris, Eichwald. (Pl. III, fig. 17.)

En comparant mes échantillons avec ceux provenant de Monte-Gibbio (Tortonien), qui sont également de grande taille, je n'ai pu constater comme différence, qu'une ornementation un peu plus fine ; la carène comprend trois lignes spirales de fines granulations très accentuées. Cette espèce, d'après M. Locard existerait au niveau supérieur.

Gisement: assez rare à Messenin-Veyrins, Bas-Leyssin.

Turbo speciosus, Michelotti *(Descript. des fossiles des terrains Miocènes de l'Italie septentrionale*, p. 177, pl. VII, fig. 2, 2[1])

Espèce de grande taille qui existe à Tortone et dans les faluns de la Touraine, bien caractérisée par ses tours déprimés au milieu, le bord tranchant de l'ouverture. La callosité est un peu moins développée chez nos échantillons que chez les types d'Italie. Les granulations qui couvrent la coquille sont extrêmement fines et disposées régulièrement en fines spirales.

Gisement : assez rare, Messenin-Veyrins.

Turbo carinatus Borson var. *Delphinensis.* (Pl. III, fig. 15.)

Deux échantillons de grande taille qui ne se rapportent à aucune des formes connues des terrains Tertiaires. Je les rapproche du *T. carinatus* Borson qui a été signalé à ce niveau dans le Tortonien du Bassin de Vienne et que j'ai également retrouvé dans les faluns de la Touraine, dans l'Italie septentrionale (Michelotti, *loc.*

[1] Dubois de Montpéreux, *Conchyl. foss. du plateau de Volhynie*, p. 38, pl. II, fig. 23-25.

cit., p. 175, pl. VII, fig. 1, 1[2]) et enfin dans le Bassin de l'Aquitaine, sous le nom de *Trochus labiosus* (Grareloup. *Atlas Conch. foss. du Bassin de l'Adour*, t. XIII, fig. 5, 6). La forme générale de nos échantillons est plus surbaissée, le dernier tour de spire ne porte pas la double carène des échantillons de l'Italie que j'ai eus à ma disposition; le test est presque lisse, les tubercules paraissent manquer, la bouche est ovale et le bord gauche présente une callosité assez développée. Ces différences caractérisent bien la variété *Delphinensis* que je crée pour cette forme.

Gisement : rare, Messenin-Veyrins.

Il existe en outre dans la plupart de ces gisements Tortoniens de nombreux opercules de Turbo de taille assez variable.

Trochidæ.

Clanculus angulatus, Eichwald (Pl. III, fig. 25.)

Cette espèce facile à reconnaître avec son test subconique, ses fines stries transversales, qui la distinguent du *Cl. Aaronis* ou *corallinus* son labre droit coupant strié à l'intérieur, sa columelle dentée et un ombilic assez peu développé, présente quelques variations. C'est surtout du type figuré par Hörnes *(loc. cit.*, vol. I, p. 439, Taf. 44, fig. 9, *a b c*) que se rapproche notre échantillon de forme assez surbaissée. Comme dans le Bassin de Vienne, le test présente encore des traces de coloration rouge brune.

Gisement: rare, Messemin-Veyrins.

Trochus Rhodanicus[1] Douxami. = **T. miocenicus** Mayer *(Journal de conchyliologie*, vol. CX, p. 373) (Pl. III, fig. 22.)

La taille de cette espèce, à laquelle je rattache le *T. incrassatus* Dujardin, comme l'a fort bien remarqué M. Locard *(loc. cit.*, p. 73), est assez variable ; il en est de même de la forme générale.

[1] Hörnes, *loc. cit.*, vol. I, p. 435, pl. XLIV, fig. 6.

Le test est toujours fortement sillonné, le dernier tour chez les formes âgées est arrondi, l'ombilic est bien visible chez les formes jeunes. Les échantillons sont identiques à ceux de la Touraine.

Gisement : peu commune, Messenin-Veyrins, Saint-Sorlin, Le Malein.

Trochus cingulatus, Brocchi *(loc. cit*, p. 351, pl. V, fig. 15 *ab)*. (Pl. III, fig. 23.)

Coquille presque aussi large que haute, à tours droits, striée longitudinalement, voisine du *T. conulus ;* l'ouverture est subquadrangulaire avec la columelle presque droite. Mes échantillons sont identiques aux formes du Miocène d'Italie (Tortonien).

Gisement : rare, Bas-Leyssin.

Trochus Hörnesi, Michaud *(Descript. des coq. fossiles des environs d'Hauterives (Drôme)*, 3e fasc., p. 17, pl. III, fig. 6). (Pl. III, fig. 24.)

Je rapporte à la forme de Michaud un certain nombre d'échantillons qui, quoique atteignant une plus grande taille qu'à Hauterives, présentent les caractères distinctifs de cette espèce à coquille orbiculaire, avec stries transversales, le dernier tour arrondi et présentant, près de la suture, une dépression assez marquée, l'ombilic est presque fermé, ouverture quadrangulaire.

Gisement : assez commune Bas Leyssin, Granieu, Messenin-Veyrins.

J'ai constaté des passages presque insensibles, entre cette espèce et le *T. Tholloni* Michaud du même gisement, dont tous les tours de spire sont un peu aplatis, plus anguleux à la circonférence, avec la même forme d'ouverture. L'ensemble de la spire est plus conique que dans la forme précédente, ce qui la rapprocherait comme l'a déjà remarqué Fontannes du *T. Audebardi* Basterot, des environs de Bordeaux.

[1] L'espèce *Miocenicus* a déjà été créée par Michelotti (*loc. cit* p. 176, sans figure) et se distingue facilement de l'espèce de Mayer, par sept rangées de granulations spirales et une carène sur le dernier tour.

Trochus aff. angulatus, Eichwald.

Je rapporte, avec quelques doutes, à cette espèce, un certain nombre de petites formes de Troques, à test conique, orné de stries spirales, à tours de spires peu profondément séparés, à ombilic assez bien marqué, à bouche presque ronde et dernier tour de spire très aigu.

Ces formes sont assez communes à Messenin-Veyrins.

Fissurellidæ

Fissurella Italica, Defrance. (Pl. III, fig. 8.)

Coquille dont la forme est assez variable, même dans les échantillons, provenant d'une même localité ; le sommet est tantôt central, tantôt au contraire fortement rejeté en arrière ; l'ornementation de la coquille (séries de côtes rayonnantes fortes, entre lesquelles s'intercalent une ou deux côtes plus fines, et costules transverses assez fines) est au contraire bien constante. Elle a été souvent confondue avec la *F. græca*, chez laquelle les ornements forment un quadrillage assez régulier.

Gisement : assez commune, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Parmi mes échantillons, un seul présentant des côtes longitudinales saillantes, moins nombreuses, avec 3 ou 4 côtes intermédiaires peu nombreuses, paraît se rapporter à la *F. Michaudi* Locard *(loc. cit.* p. 86, pl. XVIII, fig. 25 27).

Emarginula cancellata, Philippi *(loc. cit.*, t. I, p. 115, tab. 8, fig. 15).

Malgré le mauvais état de l'échantillon incomplet que je possède, je le rapporte avec certitude à l'espèce de Philippi d'après la forme générale de la coquille et surtout d'après la nature de l'ornementation : une série de côtes longitudinales saillantes, entre lesquelles se trouve une côte intermédiaire beaucoup plus fine, le tout recoupé par des côtes transversales régulières, formant un quadril-

lage ; ces caractères la distinguent de *E. fissura* signalée à Hauterives (Drôme).

Gisement : très rare, Messenin-Veyrins.

Calyptrœidæ (Capulidæ).

Calyptræa Chinensis, Linné.

Individus tout à fait identiques à ceux de Touraine. Il est assez difficile, vu le mauvais état des coquilles, de reconnaître les ornements extrêmement fins de la surface. Elles atteignent une taille considérable, jusqu'à 23 millimètres de diamètre.

Gisement : assez commune, Messenin-Veyrins, Bas-Leyssin.

Crepidula unguiformis, Lamarck. (Pl. III fig. 21.)

Coquille de très petite taille, ce qui la différencie des échantillons du Bassin de Vienne (Hörnes, *loc. cit.*, vol. I, p. 629 pl. L, fig. 12), la forme est très régulièrement ovale, le sommet subspiral est pointu, marginal, et la lame postérieure mince, convexe au centre.

Gisement : rare, Messenin-Veyrins.

Solariidæ

Solarium simplex, Bronn *(Italiens Tertiärgebilde*, p. 63, n° 381).
(Pl. III, fig. 19.)

Espèce identique à celle figurée par Hornes *(loc. cit.* vol. pl. XLVI fig. 3). Comme cet auteur l'a remarqué, cette coquille rappelle par sa forme générale le *S. pseudoperspecticum*, Brocchi, mais s'en distingue facilement par la profondeur de l'ombilic et la nature de l'ornementation,

Gisement : assez rare, Messenin-Veyrins, Bas-Leyssin.

Patellidæ

Patella Tournoueri, Fontannes *(Description de quelques espèces nouvelles ou peu connues du bassin du Rhône*, p. 20, pl. I, fig. 8 *abc.*)
(Pl. III, fig. 20.)

Les échantillons dont le test présente des côtes absolument

lisses, se rapportent bien à la description et aux figures de Fontannes, les deux modes d'ornementation (côtes principales disposées en 2 séries) ne se reconnaissent bien que sur l'avant de la coquille; il y a souvent intercalation de côtes fines intermédiaires.

Deux de mes échantillons se rapprochent beaucoup de *P. Tholloni* Michaud (*loc. cit.*, fasc. III, p. 11, pl. II, fig. 9) que Fontannes rattache à l'espèce précédente et sont également très voisins par la finesse des côtes de la *P. cærulea* qui a commencé, dans le Bassin de Vienne avec les couches à *Pecten Celestini* Mayer.

Gisement : assez rare, Bas-Leyssin ; commune, Messenin-Veyrins.

Patella delphinensis, Fontannes.

Le sommet est sub-central, comme dans le type de Fontannes, mais le nombre des côtes principales est plus grand que chez la forme type, les échantillons permettent de reconnaître facilement les stries d'accroissement de la coquille, stries qui forment parfois, avec les côtes principales, des sortes de nodosités. Les crénelures du bord, dues aux côtes principales, sont bien accentuées.

Cette forme paraît sujette à de nombreuses variations, aussi la synonymie devient-elle assez compliquée; d'après Fontannes, ce serait la suivante :

1876 **Patella delphinensis**, Fontannes. *Les terrains Tertiaires supérieurs du haut Comtat Venaissin*, p. 92.
1878 — **Beraudi**, Michaud. *Descript. des coq. fossiles des environs d'Hauterive*, 3e fasc., p. 11, pl. II, fig. 8.
— — **Deshayesi**, Michaud. *Descript. des coq. fossiles des environs d'Hauterive*, 3e fasc., p. 11, pl. II, fig. 8.
— — **Grateloupi**, Michaud. *Descript. des coq. fossiles des envir. d'Hauterive*, 3e fasc., p. 12, pl. I, fig. 10.
— — **Fourneti**, Michaud. *Descript. des coq. fossiles des environs d'Hauterive*, 3e fasc., p. 13, pl. II, fig. 4.
— — **Rhodanica**, Locard. *Arch. Mus. de Lyon*, t. II, p. 86, pl. XVIII, fig. 38, 46.

Cette espèce est très répandue dans tout le Miocène moyen de la vallée du Rhône.

Gisement : rare, Bas-Leyssin.

Helicidæ

Helix prædepressula, Fontannes *(loc. cit.*, p. 31, pl. I, fig. 11 *ab).*

Fontannes signale, des environs d'Aoste, dans les sables à *Nassa Falsani* et *Ancilla glandiformis* des environs d'Aoste, c'est-à-dire du niveau qui nous occupe, une espèce excessivement rare, dont il rapproche l'*H. lacipida* d'Hauterive et qu'il distingue de l'*H. depressula* actuelle du littoral algérien, par un sommet plus saillant, la spire un peu plus élevée, les tours moins convexes du côté de l'ombilic; l'ombilic plus ouvert, en entonnoir, fortement caréné au pourtour, et enfin la surface du test est beaucoup plus grossièrement et plus irrégulièrement striée. Je n'ai pu retrouver cette espèce à ce niveau.

Helix delphinensis, Fontannes *(loc. cit.*, p. 41, pl. I, fig. 4). (Pl. IV, fig. 11.)

Espèce créée pour une forme du Miocène supérieur, qui existe également dans le Tortonien et se prolonge jusque dans le Pliocène inférieur de la Bresse (marnes de Mollon); elle ne caractérise donc aucunement, si ce n'est peut-être par son abondance, la zone à *Nassa Michaudi* du Pontien.

Cette espèce, dont la taille est assez variable, présente ici quelques variations: la spire un peu plus élevée que chez le type et l'ouverture presque aussi longue que large, la rapprochent de *H. Turonensis* Desh. de la Touraine, dont d'ailleurs la forme de Fontannes, longtemps considérée comme une variété, serait la forme représentative dans la zone à *Nassa Michaudi*. Deux de nos échantillons montrent l'existence de deux bandes colorées et sont identiques aux formes figurées par Hörnes (*loc. cit.*, pl XLIX, fig. 29)

Gisement : commune dans tous les gisements.

Helix Escoffieræ, Fontannes *(Bassin de Crest*, p. 173). (Pl. IV, fig. 3.)

Confondue d'abord avec *H. Amberti* Michaud, cette espèce s'en distingue cependant comme l'a remarqué Fontannes, par la forme de la spire, par son dernier tour de spire beaucoup plus large et plus embrassant ; l'ombilic bien visible chez les formes jeunes, disparaît complètement avec l'âge, recouvert par le péristome. J'ai retrouvé cette espèce à un niveau supérieur dans le Pontique de Novalaise.

Gisement : commune, Bas Leyssin, Saint-Sorlin, Messenin-Veyrins, Le Malein.

Helix Abrettensis, Fontannes *(Vallon de la Fuly*, p. 45, pl. I, fig. 6 *ab)*.

Fontannes a décrit, des Abrets, une forme voisine de *H. extincta* Rambur des faluns de Manthelan, dont elle se distingue par une taille plus petite, un ombilic plus découvert, un péristome plus renversé en avant de l'ouverture sur le bord droit, la spire est déprimée, le sommet obtus, la suture simple et bien marquée. Je lui rapporte, avec quelque doute, deux échantillons, privés de bouche et un débris présentant la bouche bien typique, dont la forme générale est bien différente de celle des espèces précédentes et identique à la forme du Pontique de Novalaise.

Elle passe dans le Pliocène inférieur de la Bresse d'après M. Depéret *(loc. cit.)*

Gisement : Les Abrets, Bas-Leyssin rare.

Pupidæ.

Clausilia (triptychia) grandis, Klein.

Je ne possède que le dernier tour de spire de cette magnifique espèce, mais la forme de la bouche et la disposition des dents tout à fait caractéristiques sont identiques à l'espèce décrite par Sandberger *(loc. cit.*, p. 597, tab. XXIX, fig. 18, 18 *a)* ; les fines stries longitudinales se voient parfaitement. Cette espèce a beau-

coup de ressemblance avec la *Clausilia Terverii*, Michaud, mais s'en distingue par sa taille moindre et par les dents beaucoup plus développées : il est à présumer que c'est la forme ancestrale de cette dernière espèce, si caractéristique du Miocène supérieur, du Pliocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône. Elle est aussi voisine de la *Clausilia maxima*, Grateloup, de l'Aquitaine. Je rapporte également à cette forme un certain nombre des débris de Clausilies, que l'on trouve assez fréquemment dans les dépôts de la zone à *Nassa Michaudi* du Pontien, avec la *Clausilia Terverii*. Cette espèce n'a pas encore été signalée en France à ce niveau. Elle existe dans le Tortonien d'Allemagne et du Jura.

Gisement : très rare, Messenin-Veyrins.

Auriculidæ.

Auricula (Melampus) Delocrei, Michaud. Descript. des coq. fossiles d'Hauterive *(Soc. lin. de Lyon*, p. 51, pl. V, fig. 9, 1894)

C'est à cette époque qu'il faut rattacher l'*Auricula viennensis*, Fontannes *(Le vallon de la Fuly*, p. 53, pl. I, fig. 11), et le *Melampus Delocrei*, Tournouer *(in* FALSAN, *Tufs de Meximieux*, p. 149). Elle est facile à reconnaître par la forme dilatée en avant de l'ouverture, les lignes d'accroissement bien nettes et surtout par l'existence de trois plis sur la columelle, dont la disposition est identique à celle des échantillons d'Heyrieu de la zone à *Nassa Michaudi ;* la fente ombilicale est presque recouverte par le bord de la columelle.

Gisement : rare, Bas Leyssin, Messenin-Veyrins, Le Malein.

Auricula (Melampus) Lorteti, Fontannes *(Le vallon de la Fuly*, p. 56, pl. I, fig. 12). (Pl. IV, fig. 6.)

M. LOCARD considère tous les Auriculidés du Dauphiné comme n'étant pas de vrais Auriculidés, mais des *Melampus* à cause de leur labre mince ; ce caractère s'applique bien à l'espèce que nous considérons en ce moment ; nos échantillons sont identiques à ceux figurés par FONTANNES. Cette espèce se rapproche beaucoup comme

l'a montré Tournouer *(loc. cit.*, p. 149), de l'*Ophicardelus Serresi*, mais s'en distingue par les tours de spire plus acuminés. Cette espèce, relativement fréquente à ce niveau, ne se présente, à cause de la fragilité de sa coquille surtout, qu'en fragments cependant facilement déterminables.

Gisement : assez rare, Bas-Leyssin, Granieu; commune, Saint-Sorlin, Messenin-Veyrins.

Limnœidæ.

Planorbis Heriacensis, Fontannes *(Le vallon de la Fuly*, p. 49, pl. I, fig. 9.)

Espèce de Fontannes, que M. Locard *(loc. cit.*, p. 104) ne considère que comme une variété du *Pl. cornu*, Brongt, caractérisée par le nombre de tours et l'ombilic plus large, une forme plus concave et l'ouverture plus allongée. Je rapporte à la forme de Fontannes d'après les échantillons d'Heyrieu que j'ai eus à ma disposition, deux échantillons de Messenin-Veyrins.

Lamellibranches

Ostreidæ.

Ostrea gingensis, Schlohteim sp.

Cette huître, assez commune à ce niveau, appartient déjà aux grandes variétés, comme celles du Bassin du Rhône ; un échantillon, en particulier, en très bon état de conservation, est identique aux formes de Cabrières que j'ai eues à ma disposition; d'autres ont une charnière déjà plus allongée et une forme générale moins élargie, formant une transition très nette avec l'*O. crassissima;* ces deux formes se rencontrent d'ailleurs toujours ensemble, dans les mêmes gisements.

Gisement : assez commune, Chimilin, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins, Corbelin.

Ostrea crassissima, Lamarck.

M. LOCARD (*loc. cit.*, p. 113) considère, comme une variété *minor*, les formes du Nord du bassin du Rhône qui atteignent en effet généralement une taille beaucoup moindre ; il faut sans doute attribuer cette différence de taille, à la fois à l'âge relatif et à l'influence de la latitude, sur la température des eaux : l'ensemble de la faune de Cabrières a, en effet, un caractère beaucoup plus méditerranéen, *a fortiori* les points encore plus méridionaux. Dans les parties du bassin du Rhône où l'*O. crassissima* a été signalée dans le premier étage méditerranéen, ces formes plus anciennes sont beaucoup plus petites.

Gisement : assez commune, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Ostrea aff. caudata, Münster (in *Goldf*, p. 17, pl. XXXVII, fig. 7).

Je possède deux échantillons provenant des sablières de Corbelin qui appartiennent au groupe des huîtres à cueilleron assez développé représenté par *O. cucullata* en particulier dans le Pliocène inférieur de la vallée du Rhône. Nos échantillons sont moins ornés que ceux du second étage méditerranéen du Sud-Ouest de la vallée du Rhône (Hérault) ; l'impression du ligament est bien marquée, comme chez certains échantillons du Pliocène. Cette espèce est d'ailleurs sujette à de nombreuses variations tant au point de vue de l'ornementation que du développement plus ou moins grand du cueilleron.

Gisement, assez rare. Corbelin.

Anomia striata, Brocchi (*loc. cit.*, p. 465, tab. 10, fig. 15).

Espèce très répandue dans le Miocène ; elle est toujours de petite taille, de forme très arrondie, les stries des côtes sont assez fortes, squameuses, la surface de la coquille souvent irrégulière et elle présente, comme chez certaines formes du bassin de Vienne (HORNES, *loc. cit.*, II, tab. 85, fig. 9 *a)*, des stries d'accroissements concentriques, assez régulières, donnant un aspect particulier à la coquille,

notre échantillon un peu usé permet cependant facilement de reconnaître les caractères précédents.

Gisement : très rare, Messenin-Veyrins.

Spondylidæ.

Plicatula aff. mytilina, Philippi *(loc. cit*, t. I, p. 86, pl. VI, fig. 1). (Pl. IV, fig. 8.)

Je possède seulement une valve gauche, peu convexe, à surface bosselée, très irrégulière, à côtes longitudinales divergentes, mais beaucoup moins saillantes que dans le type de Philippi *(loc. cit.);* notre échantillon se rapproche beaucoup plus des types du Bassin de Vienne figurés par Hörnes *(loc. cit.*, t. II, p. 625, pl. XLVIII, fig. 5), elle est également de taille un peu plus grande que le type de Philippi.

Gisement : très rare, Messenin-Veyrins.

Plicatula aff. ruperella, Dujardin *(loc. cit.*, p. 271*)*. (Pl. IV, fig. 9.*)*

Grand nombre de valves gauches à ligne palléale entière, à impression musculaire unique, rapprochée de la ligne, peu bombées, à surface très irrégulière, fines côtes rayonnantes coupées par des stries d'accroissement assez nettes, squameuse avec des épines. Ces échantillons me paraissent bien se rapporter à l'espèce dont la diagnose a été donnée par Dujardin et aux types figurés du bassin de Vienne *(loc. cit.*, II, tab. 67, fig. 6-8).

Gisement : rare, Messenin-Veyrins ; commune, Corbelin.

Limidæ.

Lima squamosa, Lamarck.

C'est une des formes les plus répandues dans tout le Miocène et qui s'est perpétuée jusque de nos jours, dans les mers du Sud de l'Europe. Elle atteint une taille considérable (jusqu'à 5 centimètres) dans les dépôts que je considère. Elle est facilement reconnaissable parmi toutes les formes Tertiaires, par sa forme allongée, régu-

lière, presque droite et la présence d'imbrications régulières sur les côtes assez fortes.

Gisement: assez commune, Saint-Sorlin, Bas-Leyssin, Corbelin, Messenin-Veyrins.

Parmi les formes jeunes de cette espèce quelques-unes ont des côtes très fines, une forme moins aplatie, ce qui les rapprocherait de la *Lima inflata*, Chemnitz.

Lima aff. hians, Gmelin.

Espèce déjà apparue dès la base du Miocène moyen et à laquelle je rapporte, avec quelques doutes, deux échantillons de petite taille, dont l'ornementation consiste en des côtes fines, légèrement ondulées, s'atténuant graduellement sur les côtés, sans imbrications et des stries fines d'accroissement. Peut-être ne sont-ce cependant que des formes jeunes de *Lima squamosa*, la *L. hians* est d'ailleurs toujours assez rare à l'état fossile.

Gisement : rare, Bas-Leyssin.

Pectinidæ.

Pecten improvisus, Fischer et Tournouer *(loc. cit.*, p. 142, pl. XX, fig. 45). (Pl.IV, fig. 3.)

Cette forme d'ailleurs assez rare dans les dépôts de la zone d'Aoste avait été rapportée par FONTANNES[1] au *P. scabrellus* Lamarck, dont il se distingue par la différence d'ornementation des deux valves ; il est également voisin du *P. scabriusculus*[2] Matheron, à qui d'après FISCHER ET TOURNOUER, il succède dans les dépôts Tortoniens du sud de la vallée du Rhône et dont il se distingue par sa forme plus orbiculaire et ses côtes lisses. C'est M. DEPÉRET[3] qui le premier a signalé cette forme à ce niveau.

[1] FONTANNNES, Etude sur les faunes malacologiques miocènes de Tersanne et d'Hauterives *(Revue des Sciences de Montpellier*, t. VI, p. 93).

[2] Je rappelle ici que ces affinités du *P. scabrellus* avec les formes Miocènes ont entraîné tous les auteurs à désigner sous ce nom, dans le Jura, le *P. præscabriusculus.*

[3] DEPÉRET, Classification et parallélisme du système Miocène *(B. S. G. de Fr.*, 3e série, t. XXI, p 194)

Ce groupe de Peignes forme dans les dépôts Miocènes et Pliocènes, une série complète commençant au Burdigalien avec le *P. præscabriusculus*, Font., se continuant par le *P. scabriusculus*, Font., de la partie supérieure du Burdigalien, puis par le *P. improvisus*, Font. et Tourn., du Tortonien et le *P. scabrellus*, Lam., du Miocène tout à fait supérieur et du Pliocène. Elle présente une forme aberrante dans le *P. Bollenensis*, Mayer.

Gisement : assez commune partout.

Pecten Gentoni, Fontannes.

Ces formes ont d'abord été rapportées par Fontannes au *P. Celestini* Mayer de l'Helvétien de Suisse, puis, dans une publication postérieure, il a reconnu que c'était une forme distincte dont il fait le *P. Celestini* Font. et, dans ses dernières publications, il lui a donné le nom de *P. Gentoni* qui constitue une forme assez caractéristique d'un niveau du Miocène moyen du Bassin du Rhône. Cette espèce de petite taille se distingue par les côtes arrondies, serrées de la valve droite, et au contraire saillantes et espacées de la valve gauche; il n'y a pas de stries.

Gisement : assez rare, Bas-Leyssin, Saint-Sorlin, Messenin-Veyrins.

Pecten pusio, Linné (in *Pennaut)*. (Pl. IV, fig. 7.)

Cette espèce, de taille assez petite, est bien caractérisée par ses côtes souvent groupées par deux, et les ornements des intervalles des côtes. Cette forme apparue avec le Miocène s'est maintenue jusqu'à nos jours. Elle est assez variable quant au nombre des côtes; une forme représentative serait le *Pecten nimius* Fontannes (Bassin de Visan, p. 98, pev. fig. 2), on l'a souvent rapporté au *P. substriatus* d'Orb. toujours de taille beaucoup plus grande.

Gisement : rare, Bas-Leyssin.

[1] Fontannes, *Les terrains tertiaires du Haut Comtat Venaissin*, p. 52 et *B. de Visan*, p. 94, pl. V, fig. 4.

[2] Fontannes, *Espèces nouvelles ou peu connues du B. du Rhône,* p. 60.

Mytilidæ.

Mytilus aff. Suzensis, Fontannes (*Le bassin de Visan*, p. 106. *Espèces nouvelles du bassin du Rhône*, p. 43, pl. II, fig. 6).

Cette espèce créée par Fontannes pour un type de Suze-la-Rousse et qui existe également, d'après lui, à Cabrières et dans le Sud-Ouest de la France est la seule forme voisine du grand débris de Mytilus que je possède de Messenin-Veyrins. Cet échantillon diffère en effet complètement des formes de taille comparable : comme *M. Michelianus* Malh. caractérisé par son bord crénelé ou de *M. Haidingeri* et *M. Aquitanicus*. Le test est presque lisse et sa carène bien marquée.

Gisement : rare, Messenin-Veyrins.

Mytilus aff. fuscus, Hörnes (*loc. cit.* II, p. 157, pl. XLV, fig. 15, 15 *b*).

Il existe également dans le même gisement une autre forme de *Mytilus* de taille très petite, à test excessivement mince, avec une carène, à forme assez incurvée, à test présentant des stries d'accroissement assez nettes et qui se rapproche, quoique de taille beaucoup plus petite, du type du Bassin de Vienne.

Gisement : peu commune, Messenin-Veyrins.

Arcidæ.

Arca (Anomalocardia) Turonica, Dujardin (*loc. cit.*, p. 176, pl. XVIII, fig. 76).

Cette espèce présente de nombreuses variétés, soit par la forme de la coquille (qui atteint une grande taille) et qui est plus ou moins bombée; soit par l'ornementation, les côtes et les stries étant plus ou moins marquées. Elle est très répandue dans tous les gisements de la zone d'Aoste dont elle constitue une des formes caractéristiques ainsi que du Tortonien de tout le Bassin du Rhône. Les échantillons de très grande taille passeraient d'après M. Locard (*loc. cit.*) à *A. firmata* Mayer. *A. Breislaki* Basterot n'est que la forme représentative de cette espèce dans le Bassin de l'Aquitaine.

De petites formes d'arches, présentant la même forme générale que *A. Turonica*, me paraissent se rapporter à l'*Arca diluvii* Lamarck, forme actuelle, apparue dès la base du Miocène moyen. L'espèce précédente en serait une variété à test plus épais, de taille plus grande, à crochet plus bombé, la partie postérieure plus courte et plus bombée, ces petites formes de l'*Arca turonica* peuvent présent r dans le jeune âge les caractères de l'*A. diluvii*. (Pl. IV, fig. 4.)

Arca (barbatia) barbata, Linné. (Pl. IV, fig. 5.)

Apparue dès le Tongrien, elle a persisté jusqu'à l'époque actuelle sans paraître s'être modifiée; les exemplaires du Miocène semblent cependant être de plus petite taille; le quadrillage formé par les stries concentriques d'accroissement et les côtes rayonnantes très fines, s'atténue au milieu de la coquille vers le sommet. Dans un échantillon de grande taille les côtes sont très marquées et le crochet fortement incurvé, il rappelle tout à fait les formes du Bassin de Vienne.

Gisement : assez commune, Bas-Leyssin, Saint-Sorlin, Messenin-Veyrins.

Arca (barbatia) lactea, Linné (Pl. VI. fig. 12).

Comme dans toutes les arches, la forme et la taille de la coquille sont assez variables, le bord postérieur est toujours très oblique, les crochets sont assez peu recourbés, assez fréquemment on remarque des stries concentriques plus fortes les unes que les autres. Cette espèce est apparue dans l'Aquitanien et passe sans modification jusqu'à l'époque actuelle du Miocène dans le Pliocène.

Gisement : commune dans tous les gisements.

Pectunculus glycimeris, Linné.

La synonymie des *Pectunculus* comme l'a déjà fait remarquer Fontannes (*Moll. Plioc.* t. II, p. 168) est excessivement compliquée. Pour cet auteur, la forme d'Aoste appartient au *P. glycimeris*, tandis que d'après M. Locard (*loc. cit.*, p. 137), ce serait plutôt au *P. stellatus* Linné. Les caractères spécifiques donnés par Fontannes, pour des formes Pliocènes, sont bien ceux des échantillons

que je possède. Toujours de petite taille, ce qui les distingue des espèces de Cabrières, ils sont identiques aux types de Dubois de Montpereux (*loc. cit.*, p. 64. pl. VII, fig. 5-6) que Hörnes rattache au *P. pilosus* à tort je crois. Cette espèce se distingue également du *P. Turonicus* Mayer dont elle est voisine par une forme moins bombée et les stries plus fines de la surface.

Gisement : rare, Saint-Sorlin ; commune, Messenin-Veyrins.

Nuculidæ.

Nucula nucleus, Linné (Pl. IV, fig. 7).

Je ne possède qu'un seul échantillon mais en très bon état, de forme générale assez bombée, cette espèce ne paraît pas avoir varié depuis son apparition jusqu'à l'époque actuelle.

Gisement : Bas-Leyssin.

Garditidæ.

Cardita (mytilicardia) Michaudi, Tournouer (*in* Falsan, *Tufs de Meximieux*, p. 154). (Pl. IV, fig. 10.)

Coquille très carrée, à sommets tout à fait portés en avant, les côtes, au nombre de dix, ne sont pas squameuses, sauf chez les individus de grande taille, elles sont surtout granuleuses, la forme générale est assez bombée.

Cette espèce, créée par Tournouer est tout à fait caractéristique des gisements Tortoniens de la région qui nous occupe en ce moment ; elle est facile à distinguer, même de la *Cardita affinis*, dont elle diffère par la charnière et le sommet chez cette dernière beaucoup moins porté en avant. Elle peut atteindre jusqu'à 3 centimètres de diamètre antéro-postérieur.

Veneridæ.

Venus Basteroti, Deshayes (*Traité élémentaire de conchyliogie*, p. 565, tab. 21, fig. 56).

Cette espèce à laquelle Hörnes (*loc. cit.*, t. II, p. 136, tab. XV,

fig. 9 *a-d)*, a rattaché la forme de Touraine *V. carinoïdes* Dujardin *(loc. cit.*, p. 261) est facile à distinguer, avec ses lames transverses irrégulièrement distribuées, écartées les unes des autres et par sa forme très oblique; l'impression palléale est vers le milieu de la coquille ; elle est très voisine de la *V. scalaris* qui est surtout une forme Pliocène.

Gisement : rare, Messenin-Veyrins.

Fontannes cite encore de ce niveau (*Études sur les faunes malacologiques Miocènes des environs de Tersanne et d'Hauterives*, p. 16) deux espèces de Vénus. *V. umbonaria* Lam. et *V. aff. Haidingeri*, Hörnes que nous n'avons pas retrouvées.

Cytherea rudis, Poli.

Cette forme, toujours assez rare à l'état fossile, a cependant déjà été signalée dans le Tortonien de Monte-Gibbio. Elle se caractérise par sa forme subtrigone, subanguleuse en avant; la surface est couverte de stries concentriques irrégulières, les crochets sont assez forts, saillants, recourbés, charnière avec trois dents. Les échantillons se rapportent à une forme de grande taille (17 millimètres de diamètre antéro-postérieur), mais de forme beaucoup plus surbaissée (haut. 7 millimètres) que les formes pliocènes.

Gisement : assez rare, Messenin-Veyrins.

Tapes enigmaticus, Fischer et Tournouer *(loc. cit.*, p. 148. pl. XXI, fig. 18). (Pl. IV, fig. 15.)

Je rapporte à la belle espèce de Cabrières un échantillon de Messenin-Veyrins, montrant les trois dents cardinales des Tapes dont deux sont bifides, de forme ventrue, presque équilatérales et présentant à la surface du test des stries concentriques, le test est mince, beaucoup moins épais qu'à Cabrières. On en rencontre assez fréquemment des débris bien caractéristiques dans la plupart des gisements.

Gisement : peu commune, Pont-de-Beauvoisin, Bas-Leyssin, Saint-Sorlin, Le Malein, Meyssenin-Veyrins.

Tapes vetula, Basterot.

Débris en mauvais état de Granieu, montrant la charnière caractéristique du genre, et qui, par la taille, se rapporte à cette espèce.

Solenidæ.

Solen aff. marginatus, Pulteney (voir Hörnes, *loc. cit.*, p. 12, pl. I, fig. 10, 11).

Je rapporte à cette espèce, très commune dans tout le Miocène, et le Pliocène, et est encore très abondante dans les mers d'Europe, de nombreux débris existant dans presque tous les gisements ; la taille et les stries de la surface sont les mêmes que chez la forme actuelle.

Gisement : assez commune, Le Malein, Bas-Leyssin, Messenin-Veyrins.

Mactridæ.

Mactra triangula, Renieri. (Pl. IV, fig. 14.)

Cette espèce actuelle est une forme très répandue dans les terrains tertiaires supérieurs ; mes échantillons sont identiques à ceux figurés par Hörnes (*loc. cit.*, t. II, p. 66, pl. 2, fig. 11), ils ont un contour triangulaire beaucoup moins marqué que chez les échantillons Pliocènes de la vallée du Rhône ou les formes actuelles, la taille de la coquille est un peu plus grande.

Gisement : assez commune, Messenin-Veyrins, Saint-Sorlin, Bas-Leyssin.

Mactra aff. Turonica, Mayer.

Je rapporte avec quelque doute à cette grande espèce de Mactre, très rare dans le bassin de Vienne, assez commune d'après Mayer, dans les faluns de la Touraine, un échantillon en assez mauvais état mais dans lequel on reconnaît bien la charnière du genre Mactra et la forme arrondie générale de la coquille, la taille se rapporte bien aussi au type de Touraine.

Gisement : très rare Messenin-Veyrins.

Eastonia rugosa, Chemnitz *(Conch. Cab.*, VI, p. 256, pl. 24, fig. 256)
(Pl. IV, fig. 16).

Cette espèce si commune à Cabrières, paraît ici relativement rare. On trouve quelques débris montrant l'ornementation si caractéristique de cette forme ; un seul échantillon bien complet, mais de taille plus petite que ceux de Cabrières, présente la charnière et la forme générale de cette espèce.

Gisement : rare Messenin-Veyrins, Bas-Leyssin.

Cyrenidæ.

Pisidium Delphinensis, nov. sp. (Pl. IV, fig. 13.)

Coquille inéquilatérale, forme ovale très nette, surface de la coquille ornée de côtes concentriques assez fortes, il y a 2 ou 3 sillons plus profonds que les autres. Les deux dents cardinales sont divergentes, simples, les dents latérales allongées. Long. 6 millimètres, largeur 4 millimètres et demi.

Comparé aux types Pliocènes des couches à Paludines du bassin de Vienne qui en sont voisins, *P. propinquum* (qui d'ailleurs est très voisin de l'*amnicum*), il présente des dents latérales beaucoup plus allongées. De la taille du *P. Clessini* Neumayr (= *P. Charpi* Loc.), mais la forme est beaucoup plus inéquilatérale et les côtes beaucoup plus accentuées. Voisin également, par la taille, de *P. priscum*, Eichwald qui a été cité à ce niveau dans le bassin de Vienne (voy. Hörnes, *loc. cit.*, p. 161, tab. XX, fig. 1 a) ainsi que la forme de la coquille, mais les stries sont plus accentuées. Les échantillons de la Bresse de cette espèce que j'ai eu à ma disposition, sont de taille toujours plus petite et à ornements excessivement fins, de forme subéquilatérale légèrement trigone. Se distingue également facilement *P. casertanum* Poli, de taille beaucoup plus grande et à sommet subcentrale.

L'existence à ce niveau de formes ornées, comme celles qui existeront plus tard dans les lacs Pliocènes de la Bresse ou de

l'Orient, est fort intéressante et permet de se rendre compte de l'apparition de formes d'eau douce communes dans la Bresse et dans les couches du Levantin.

Gisement : très rare, Corbelin.

BRACHIOPODES

Terebratulidæ.

Terebratulina aff. calathiscus, Fischer.

C'est à cette espèce, tout à fait caractéristique, comme nous l'avons vu plus haut, de la zone deSaint-Fons (Helvétien s.str.), cest-à-dire d'un niveau inférieur à celui qui nous occupe en ce moment, que je rattache un échantillon provenant de Messenin-Veyrins, qui présente bien la forme générale et lesstries de l'espèce créée par FISCHER, mais dont la taille serait celle des plus grands échantillons de Saint-Fons.

BRYOROAIRES

Escharidæ.

Retepora cellulosa, Linné.

Je ne possède de cette forme si abondante dans la zone inférieure de Saint-Fons, qu'un débris présentant une analogie complète avec les échantillons de Saint-Fons.

Gisement très rare, Bas-Leyssin.

POLYPIERS

Turbinolidæ

Flabellum sp.

Polypier simple, droit, comprimé, la columelle est rudimentaire, les cloisons sont nombreuses, 12 à 13 vont jusqu'au centre; la forme est un peu moins aiguë aux deux extrémités que dans les

types habituels ; la surface de l'épithèque présente des stries fines, presque effacées, par suite de l'usure de nos échantillons, dont la longueur atteint 20 millimètres, largeur 17 millimètres.

C'est sans doute le *Fl. Colonjoni* Thiollière autant qu'on peut en juger par la description qu'en a donné M. Locard *(loc. cit.*, p. 196).

Gisement : assez commun, Messenin-Veyrins.

Madreporidæ.

Dendrophyllia Colonjoni, Thiollière.

Cette forme créée par Thiollière et décrite par Fischer (*in* Falsan et Locard, *Monographie du Mont-d'Or Lyonnais*, p. 439, pl. I, fig. 6), est très répandue au niveau du Tortonien ; elle existe également au niveau inférieur de Saint-Fons, dans les dépôts de la Croix-Rousse, à Cabrières et dans le Haut-Comtat Venaissin.

Nombreux débris dans tous les gisements.

La faune d'Aoste a déja été étudiée par M. Falsan qui, aprés en avoir cité 18 espèces déterminées par Tournouer, en établissait le parallélisme avec les marnes de Cabrières et la zone à *Nassa Michaudi*. Fontannes en reprenait l'étude et en citait 38 espèces. et enfin M. Locard, dans son étude générale sur les fossiles de la Molasse du Lyonnais et du Dauphiné, en a cité 37 espèces différentes souvent des espèces de Fontannes.

J'ai pu retrouver, sauf deux ou trois exceptions, toutes ces espèces et ajouter aux formes déjà connues un certain nombre d'espèces nouvelles et de variétés ou de formes non encore signa-lées dans cette zone. Le nombre actuellement connu se trouve ainsi être de 123 espèces, comprenant 3 Vertébrés, 3 Crustacés, 1 Annélide, 82 Gastropodes, 30 Lamellibranches, 1 Brachiopode, 1 Bryozoaire et 2 Polypiers. La faune présente une notable différence avec celle du niveau inférieur de Saint Fons, où prédominent les Brachiopodes Bryozoaires et les Polypiers devenus excessivement rares à ce niveau.

Le tableau suivant, présente une comparaison avec la faune de Cabrière, celle des faluns de Touraine d'Orthez et celle du Tortonien de Suisse.

	Cabrières	Faluns de la Touraine	Orthez. Salies en Béarn	Suisse
Vertébrés.				
Lamna denticulata Ag . . .				+
Odontaspis Sauvagei Loc . .				
L. (odontaspis) contortidens Ag.				+
Crustacés.				
Tetraclita Dumortieri Fisch. .				
Balanus porcatus da Costa .				
Balanus tintinnabulum L. .				
Annélides.				
Serpula sp.				
Gastropodes.				
Murex exolctus Bell. . . .				
M. Dujardini Tourn. . . .	+			
M. Dertonensis May. . . .	+			
M. inflexus Döderl. . . .				
M. craticulatus Linn. . . .			+	+
M. funiculosus Borson . . .				
M. bicaudatus Borson . . .				
M. nodosus Bellardi. . . .				
M. Anconæ Bell				
M. geniculatus Bell				
M. confragus Bell.				
M. bifrons Tourn.				
M. Reymondi Doux. . . .				
M. sp. Doux				
M. Arnaudi F. et T. . . .	+			
M. Mermieri Doux				
M. Turonensis Duj. . . .		+		+
M. cristatus Brocchi		+		+
Pollia Bredæ Michelot. . .	+			
P. exsculpta Dujard. . . .	+	+	+	
P. magnicostata Bell. . .				
Euthria nodosa Bell. . . .				

	Cabrières	Faluns de la Touraine	Orthez. Salies en Béarn	Suisse
E. striata Bell.				
E. adunca var rhodanica Doux.				
Ranella sp				
Fusus provincialis F. et T. .	+			
F. Valenciennesi. Gratel. . .		+		+
Nassa conglobata Brocchi . .	+			
N. Dexivac. Font.	+			
N. Sallomacensis Mayer. . .	+			
N. atlantica Mayer				
N. *Dujardini* Deshayes . . .	+	+	+	
N. Falsani Tourn.				
N. acrostyla F. et T	+			
N. contorta Duj.		+		
Eburna Caronis Brgt. . .				
Ancilla glandiformis Lam. .	+	+	+	+
Columbella curta Duj. sp. .		+		+
C. subullata Defranc. . . .		+		
C. porcata F. et T.	+			
Clavatula gradata Defr. . .	+	+		
C. Cabrierensis F. et T. . .	+			
C. interrupla Brocchi . . .				+
C. calcarata Gratel	+		+	+
C. asperulata Lam. . . .	+	+	+	+
C. granulocincta Münster . .	+	+	+	+
Mitra fusiformis Brocchi . .	+	+		+
M. Manzonii F. et T. . .	+			
M. ebenus Lam.	+	+		
Erato lævis Donovan. . . .	+	+	+	+
Natica helicina Brocchi. . .		+		+
N. Josephinia Risso	+	+	+	
Turritella bicarinata Eichw.	+	+	+	+
Proto rotifera Lam. . . .	+			
Vermetus arenarius L. . .	+	+	+	+
V. intortus Lam.	+	+	+	+
Turbo muricatus Duj. . . .	+	+	+	+
T. mamillaris Eichw. . . .		+		

	CABRIÈRES	FALUNS DE LA TOURAINE	ORTHEZ. SALIES EN BÉARN	SUISSE
T. speciosus Michelot.				
Turbo carinatus Eichw var.				
Claculus angulalus Eichw.				
Trochus Rhodanicus Doux.		+		+
T. Hörnesi Mich.				
T. Tholloni Mich.				
T. angulatus Eichw.	+			
T. cingulatus Brocchi				+
Fissurella Italica Dep.	+	+	+	
F. Michaudi Loc.				
Emarginula cancellata Ph.		+		
Calyptræa Chinensis L.	+	+		+
Crepidula unguiformis Lam.		+	+	+
Solarium simplex Bronni		+	+	+
Patella Tournoueri Font				
P. delphinensis Font.				
Helix prædepressula Font.				
H. delphinensis Font.		+		
H. Escofferæ Font.				
H. Valentinensis Font.				
H. Abrettensis Font.				
Clausilia grandis Klein				
Auricula Lorteti Font.				
A. Delocrei Mich				
Planorbis Heriacensis Font.		+		
Lamellibranches.				
Ostrea crassissima Lam.	+	+		+
O. Gingensis Schloth.		+		+
O. caudata Münst				+
Anomia striata Brocchi				
Lima squamosa Lam.		+	+	+
L. aff hians Gmelin.				+
Pecten improvisus F. et T.	+	+		

	CABRIÈRES	FALUNS DE LA TOURAINE	ORTHEZ. SALIES EN BÉARN
P. pusio L.	+	+	
P. Gentoni Font.			
Plicatula mytilina Philip.		+	
P. ruperella Duj.		+	
Mytilus suzensis Font	+		
M. fuscus Hörne.			
Arca Turonica Duj.	+	+	+
A. diluvii Lam.			
A. larbata L.	+	+	+
A. lactea Li.	+	+	+
Pectunculus glycimeris L.	+	+	
Nucula nucleus L.	+	+	
Cardita Michaudi Tourn.			
Venus Basteroti Desh			+
V. unbonaria Lam.	+		+
V. Haidingeri Horn.			
Cythera rudis Poli.		+	
Tapes enigmaticus F. et T.	+		
T. vetula Bart.			
Solen marginatus Pult.	+		
Mactra triangula Lenien.		+	+
M. Turonica May.		+	
Eastonia rugosa Chemnitz.	+		
Pisidium Delphinensis Doux			
Brachiopodes.			
Terebratulina calathicus F.			
Bryozoaires.			
Retepora cellulosa L.			
Flabellum Colonjoni Th.			
Polypiers.			
Dendrophyllia Colonjoni Fisc.			

On voit donc que, sur les 123 espèces que j'ai décrites de ce niveau :

44 formes sont communes avec la faune de Cabrières, en particulier, avec des formes spéciales à ce niveau ; ce qui s'explique facilement par ce fait, que ces dépôts se sont formés dans le même bras de mer.

45 se retrouvent dans les faluns de Touraine, parmi lesquelles 17 se trouvent uniquement à ce niveau soit dans le Sud-Ouest de la France, soit dans les dépôts de la Suisse.

44 formes existent également dans les couches Helvétiennes de la Suisse.

Cette faune, tout en présentant de grandes affinités avec la faune des marnes de Cabrières, par l'existence des formes spéciales des faluns de la Touraine en assez grand nombre, se présente donc comme caractérisant un niveau intermédiaire entre les faluns de la Touraine et les marnes de Cabrières d'âge, un peu plus ancien que ces dernières.

Les caractères de la faune sont nettement ceux des dépôts Tortoniens d'Italie, en même temps que la situation littorale des dépôts lui donne un caractère spécial bien mis en évidence comme dans les dépôts d'Orthez ou de Salies en Béarn, par la prédominance de la famille des Muricidés, des Nasses, Troques et Turbos. Les formes, même celles qui sont communes avec Cabrières, sont toujours moins ornées, cela tient évidemment à la situation plus septentrionale des dépôts de la zone d'Aoste. Enfin la dessalure des eaux qu'il est facile de constater, par la présence dans les couches supérieures de formes d'eau douce où l'on rencontre les espèces, du Miocène supérieur et même du Pliocène, indique un retrait progressif de la mer Vindobonienne du Nord vers le Sud, la mer a quitté les environs d'Aoste avant que de quitter la région plus méridionale de Cabrières. L'étude de cette faune est donc venue confirmer, encore une fois, les résultats de l'étude stratigraphique que j'ai faite un peu plus haut et les relations des mouvements d'affaisseurement de la régnion Rhodanienne avec les mouvements prépontiques de la région du Jura méridional.

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES PRINCIPAUX OUVRAGES CITÉS

1° Stratigraphie.

1779. DE SAUSSURE, *Voyages dans les Alpes*, t. I.
1789. RAZOUMOWSKY, *Histoire naturelle du Jorat.*
1803. L. DE BUCH, *Catalogue d'une collection de roches qui composent les montagnes de Neuchâtel.*
1825. B. STUDER, *Beiträge zu einer Monographie der Molasse.*
1841. NECKER, *Etudes géologiques dans les Alpes.*
1843. BLANCHET, *Essai sur l'histoire naturelle des environs de Vevey.*
1844. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Chambéry *(Bull.* 2e série, t. I).
1852. L. BELLARDI, *Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du comté de Nice.*
1853. B. STUDER, *Geologie der Schweiz*, t. II.
— ZOLLIKÖFER, Etudes géologiques des environs de Lausanne *(Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.*, t. III, p. 204).
1854. E. RENEVIER, *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône.*
1855. G. DE MORTILLET, *Prodrome d'une Géologie de la Savoie.*
1856. E. HEBERT ET L. RENEVIER, Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets et de quelques localités de la Savoie *(Bull. Soc. statistique de l'Isère*, 2e série, t. III).
— PICTET ET HUMBERT. Monographie des Chétoniens de la Molasse suisse *(Matériaux Paléontologie suisse*, t. I).

1858. E. Benoit, Esquisse de la Carte géologique et agronomique de la Bresse et des Dombes *(Bull. Soc. géol. France*, 2e série, t. XV, p. 315).

— Campiche et de Tribolet, Description géologique des environs de Saint Croix *(Paléontol. suisse*, IIe Série, 1858-1860.)

— G. de Mortillet, Aperçu géologique sur la montagne des Voirons *(Paléontol. suisse,* IIe Série, p. 5).

1858. G. de Mortillet, *Géologie et Minéralogie de la Savoie.*

1859. E. Benoit, Note sur la molasse du département de l'Ain *(Bull Soc. géol. France*, 2e série, t. XVI, p. 369).

1860. Ch. Lory, *Description géologique du Dauphiné.*

— G. de Mortillet, Notes sur l'âge des sables à silex et des marne bigarrées de la Perte du Rhône *(Bull. Soc. géol. France* 2 Série, t. XVII, p. 119).

1862. L. Pillet, Ossements fossiles trouvés en Savoie *(Mém. Acad. Savoie* 2e série, t. V, p. 207).

1863. L. Pillet, *Description géologique des environs d'Aix en Savoie* 2e édition.

— Scipion Gras, *Carte géologique du département de l'Isère.*

1865. Dumortier, Fossiles découverts à Lyon, dans le Miocène *(Bull. Soc géol. France*, 2e série, t. XXII, p. 287).

1866. L. Pillet, Description géologique des environs de Chambéry *(Mém Acad. de Savoie*, 2e série, t. VIII, p. 159).

1867. A. Favre, *Recherches géologiques sur les parties de la Savoie, d Piémont et de la Suisse voisines du Mont Blanc.*

1869. A. Jaccard, Jura vaudois et neuchâtelois *(Mat. Carte géol. Suiss* 6e livraison).

1870. J.-B. Greppin, Jura bernois et districts adjacents *(Mat. Carte géo. Suisse*, 8e livraison).

— A. Jaccard, Supplément à la Description du Jura vaudois et ne-châtelois *(Mat. Cart. géol. Suisse*, 7e livraison).

1871. C. Moesch, Partie méridionale du Jura d'Aargau et des environs *(Mat. Carte géol Suisse*, 10e livraison).

1872. F. Garnier, Sur les couches nummulitiques de Branchaï et d'Allos (Basses-Alpes) *(Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXV, p. 484).

— — Terrains tertiaires de l'Asse du Verdon et du Var *(Bul. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIX, p. 492).

— Tournouer, Sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes recueillis par M. Garnier *(Bull. Soc. géol. France*, 2e série, t. XXI p. 492).

1872. Tournouer, Sur le terrain nummulitique des environs de Castellane (*Bull. Soc. géol. France*, 2e série, t. XXIX, p. 492).

1873. V. Gilliepon, Alpes de Fribourg en général et Monsalvens en particulier (*Mat. Carte géol. Suisse*, 12e livraison).

1874 Kowalewsky, Monographie d. Gatungs Anthracotherium (*Paleontographica*, t. XXII).

— Fontannes, Note sur la coupe de la gare Saint-Paul, à Lyon (*Soc. d'Agriculture de Lyon*).

1875 E. Favre, Note sur la structure géologique des Voirons (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 690).

— F. Fontannes, *Etudes stratig. tertiaire*, *Bassin du Rhône*, I. Le vallon de la Fuly.

— Réunion extraordinaire de la Societé géologique à Genève (*Bull.*, 3e Série, t. III).

— Fallot, Etude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France (*Ann. Sc. géol.*, t. XVIII art., n° 1).

— E. Renevier, Sur les terrains de la Perte du Rhône (*Bull. Soc. géol. France*, 3e série t. III, p. 704).

1877. Tournouer, Sur la faune tongrienne des Déserts, près de Chambéry (*Bull. Soc. géol. France*, 3° série, t. V, p. 333).

— — Terrains tertiaires des environs de Fréjus et de Nice (*Bull. Soc. géol. France*, 3e série, t. V, p. 841).

— Ph. de la Harpe, Note sur les Nummulites des environs de Nice et de Menton (*Bull. Soc. géol. France*, 3e série, t. V, p. 817).

1878. Fontannes, Etude sur les faunes malacologiques miocènes des environs de Tersanne et d'Hauterives (*Revue des Sciences naturelles Montpellier*).

1879. Ph. de la Harpe, Nummulites des Alpes françaises (*Bull. Soc. vaud. Sc. Natur.*, XVI, p. 409).

— Ch. Lory, Pillet et Vallet, *Carte géologique du département de la Savoie*.

— E. Renevier, Les Anthracotherium de Rochette (*Bull. Soc. vaud. Sc. Natur*, XVI, p. 140).

— H. Schardt, Notice géologique sur la molasse rouge et le terrain sédérolithique du pied du Jura (*Bull. Soc. vaud.*, XVI, p. 609).

1880. L. Pillet, Les cailloux exotiques du Bassin d'Aix (*Revue savoisienne*, 21 année, p. 97).

— G. Maillard, Notice sur la molasse dans le ravin de la Paudèze (*Bull. Soc. vaud. Sc. Natur.*, XVII, p. 31).

1882. PORTIS, Les Chéloniens de la molasse vaudoise (*Mem. Soc. Paléontolog. suisse*, t. IX).

1884. W. G. COLINGWOOD, *The Limestone Alps of Savoy, a study in physical geology.*

— D. HOLLANDE, Les ramifications du Jura dans la Savoie (*Revue savoisienne*, 25 année).

— W. KILIAN, Terrains tertiaires du département du Doubs (*Bull. Soc. géol. France*, 3e série, t. XII, p. 729).

— CH. LORY, *Feuille géologique de Grenoble*, au $\frac{1}{80.000}$

1885. V. GILLIÉRON, Description géologique du territoire de Vaud, Fribourg et Berne, entre le lac de Neuchâtel et le Niesen (*Matér. pour la Carte géol. de la Suisse*, 18e livraison).

1886. L.-A. GIRARDOT, Découverte du gisement à végétaux tertiaires de Grusse (Jura) (*Mém. Soc. émul. Jura*).

1887. CH. DEPÉRET, Recherches sur la succession des faunes des vertébrés miocènes de la vallée du Rhône (*Arch. du Mus. de Lyon*, t. IV).

— G. DOLFUSS, Quelques nouveaux gisements du terrain tertiaire dans le Jura près de Pontarlier (*Bul. Soc. géol. France*, 3e série t. XV, p. 179).

1889. FONTANNES et C. DEPÉRET, Les terrains tertiaires marins de la Provence (*Études Stratigr. période tertiaire, Bassin du Rhône* fasc. IX).

— D. HOLLANDE, *Etude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie.*

— G. MAILLARD, Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche Bonneville (*Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 6).

1890. L. PILLET, Le calcaire de Saint-Ouen à Gerbaix, près de Novalais (Savoie) (*Bull. Soc. Hist. Nat. de Savoie*, t. IV, p. 56).

— CHOFFAT, Le tertiaire de Fort de Plasne (*Mém. Soc. d'émul. du Jura*).

— E. MERMIER, Aperçu géologique sur les environs de la Baume d'Hostun (Drôme) (*Ann. Soc. Linn. de Lyon*).

— E. RENEVIER, Monographie des Hautes Alpes vaudoises (*Mat. pour la carte géol. de la Suisse*, 16e livraison).

1891. BOURGEAT (l'abbé), Observations sur le Jura méridional (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. XIX, p. 169).

1891. E. HAUG, Les chaînes subalpines entre Gap et Digne (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 21).

— G. MAILLARD, Note sur diverses régions de la feuille d'Annecy (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 22).

1891. G. Maillard, Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse *(Mém. Soc. paléontol. suisse*, t. XXIII).
— T. Rittener, Notice sur un affleurement d'Aquitanien dans le Jura vaudois *(Bul. Soc. vaud. Sc. natur.* XXVII, p. 291).
— Hans Schardt, Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura *(Bull. Soc. vaud. Sc. natur.*, vol. XXVII, p. 69).
1892. D. Hollande, Contact du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry *(Bul. serv. Carte géol. France*, n° 29).
— L. Rollier, Etude statigraphique sur les terrains tertiaires du Jura bernois (partie méridionale) *(Arch. Sc. Phys. et Natur. Genève*, 3e période, t. XXVII, p. 313).
— Ch. Depéret, La faune de mammifères miocènes de la Grive Saint-Alban (Isère) *(Arch. Mus. de Lyon.* t. V).
— Bourgeat (abbé), Observations sur le Boulonnais et le Jura *(Bul. Soc. geol. France*, 3e série, t. XX, p. 268).
1893. A. Boistel, La faune de Pikermi à Ambérieu (Ain) *(Bul. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXI, p. 298).
— Delafond et Depéret, *Les terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerais de fer.*
— A. Jaccard, Description du Jura vaudois et neufchâtelois *(Mat. pour la Carte géol. suisse*, 7e livraison, 2e supplément).
— W. Kilian et Révil, Une excursion géologique en Tarentaise *(Bul. Soc. d'hist. natur. de Savoie*, t. VIII, p. 28).
— L. Rollier, Structure et Histoire géologique du Jura central *Mat. Carte gèol. suisse*, 8e livraison, 1er supplément).
— — Etude statigraphique sur les terrains tertiaires du Jura bernois (partie septentrionale) *(Arch. Sc. phys. et nat., Genève*, 3e période, t. XXX, p. 105).
— Schardt, Coup d'œil sur la structure géologique des environs de Montreux *(Bul. Soc. vaud. Sc. natur.*, XXIX, p. 112).
1894. A. Boistel, Structure de la colline de Saint-Denis-le-Chosson *(Bul. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXII, p. 299).
— — Miocène supérieur de la bordure du Jura aux environs d'Ambérieu *(id.*, p. 628).
— A. Delebecque, Les lacs du Dauphiné *(Annuaire Soc. Touristes du Dauphiné).*
— C. Depéret, Note sur les groupes Eocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône *(Bul. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXII, p. 683).

1894. C. Depéret, Note paléontologique complémentaire sur les terrains tertiaires de la Bresse *(id.*, p. 717).

— — Sur un gisement sidérolithique de l'Eocène moyen de Lissieu, près Lyon *(C. R. Acad. Sciences*, 9 avril).

— — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lyon-Bollène *(Bul.*, 3e série, t. XXII).

— H. Douxami, Tertiaire de la Savoie et du Nord du Dauphiné (*C. R. des collaborateurs du service de la Carte géologique de la France*, p. 91).

— Haug, Excursion géologique dans la haute vallée du Drac *(C. R. B. S. G. de France*, 3e série, t. XXII, p. 138).

— Heim, Die Entstehung der alpinen Raudseen *(Viertel jahrschrift der natur. Gesellschaft*, Zürich, XXX, IX).

— *Jura et Alpes de la Suisse, Livret guide géologique.*

1894. Kilian et Révil, Revision des feuilles de Grenoble et de Vizille *(C. R. des collaborateurs du service de la Carte géologique de France*, p. 128).

— P. Lory, Observations sur la coexistence dans le massif de Chaillol de dislocations appartenant à deux périodes distinctes *(C. R. sommaires B. S. G. France*, 3e série, t. XXII, p. 162).

— Cartes géologiques au 1/80.000 de la France *(Feuilles de Thonon et d'Annecy).*

— Ch. Sarrasin, De l'origine des roches exotiques du Flysch *(Arch. Sc. natur. Genève*, 3e période, t. XXXI).

1895. Abbé Bourgeat, Sur les Lapiez, le Glaciaire et la Molasse dans le Jura *(Bul. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXIII, p. 418).

— Ch. Depéret, Observations à propos de la nomenclature des terrains sédimentaires *(C. R. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXIII).

— H. Douxami, Sur le Miocène des environs de Bourgoin et de la Tour-du-Pin *(C. R. Ac. des Sc.*, 13 mai 1895).

— H. Douxami et J. Révil, Sur le Miocène de la vallée de Novalaise *(C. R. Ac. des Sc.*, 17 juin 1895).

— H. Douxami, Compte rendu d'une excursion géologique à Saint-Pierre-d'Entremont *(Bul. Soc. d'hist. nat. de Savoie).*

— Duparc et Ritter, Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec les formations du Flysch *(Arch. Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIII).

— E. Haug, Les hautes chaînes calcaires de la Savoie *(Bul. serv. Carte géol. de France*, n° 47).

— D. Hollande, Etude statigraphique des terrains tertiaires oligocènes de la vallée des Déserts *(Bull. Carte géol. de la France*, n° 47).

1895. P. Lory et Termier, Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol *(C. R. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXIII, p. 10).

— E. Mermier, Sur la découverte d'un nouvel Acerotherium dans la Molasse burdigalienne du Royans *(Ann. Soc. lin. de Lyon*, p. 162).

— Termier, Résultats d'un sondage fait à Saint-Bonnet-de-Mure (Isère) *(C. R. Soc. géol. de France)*, 3e série, t. XXIII).

2° Paléontologie.

1778. Da Costa, *Historia naturalis Testaceorum Britanniæ, or the British. conchiology.*

1792. Bruguière, *Encyclopédie méthodique.*

1810. Lamarck, Description des coquilles fossiles des environs de Paris *(Ann. du Museum de Paris*, vol. XVI).

1814. Brocchi, *Conchiologia fossile subapennina.*

1817-1830. Defrance, *Dictionnaire des sciences naturelles.*

1821. Borson, Saggio di orittografia Piemontese *(Mém. dell'Acad. di scienze di Torino*, t. XXV).

1822. Lamarck, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres.*

1823. Brongniart, *Mémoire sur les terrains de sédiment sup. calcaréo-trappéen du Vicentin.*

— Risso, *Histoire naturelle des environs de Nice et des Alpes-Maritimes.*

1825. Basterot, Mémoire géologique sur les environs de Bordeaux *(Mém. Soc. d'hist. nat. de Paris*, t. II).

1831. Dubois de Montpereux, *Conchy. fossile du plateau Vochyni-Podolien.*

1836. Dujardin, Mémoire sur les couches du sol en Touraine *(Mém. Soc. géologique*, 1re série, t. II).

— Philippi, *Enumeratio molluscorum Siciliæ.*

1840-1841. Grateloup, *Atlas de conchyologie fossile du Bassin de l'Adour.*

1846. Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles.*

1847. Michelotti, *Description des fossiles miocènes de l'Italie septentrionale.*

1853. Mayer, *Catalogue des fossiles de la Molasse.*

— — *Journal de conchyl.*, vol. X, p. 273.

1854. Michaud, Description des coquilles fossiles d'Hauterives *(Soc. lin. de Lyon).*

1856. Hörnes. *Die fossilen Mollusken des Tertiär Beckens von Wien.*

1860. Mayer, *Journ. de conchyl*, vol. VIII, p. 215).

1862. Döderlein, Cenni gealogici intorno la giautura dei ter. mioc. super. dell'Italia centrale *(Atti d. X Cong. de Scienze).*

1865. Fischer *in* Falsan et Locard. *Monographie géologique du mont d'Or lyonnais.*

1868. Mayer, *Journ. de conchyl.*, vol. XVI, p. 107,

1873-1896, Bellardi et Sacco, I. *Molluscki del Piemonte e della Liguria.*

— Fischer et Tournouer, *Animaux invertébrés du mont Léberon.*

1875. Tournouer, Muricidés de Touraine *(Journ. de conchyl.*, XXIII, p. 151).

— Tournouer *in* Falsan, Etude sur la position stratigraphique des tufs de Meximieux *(Arch. mus. de Lyon*, vol. I).

1876. Fontannes, *Les terrains tertiaires sup. du haut Comtat Venaissin.*

1877. Michaud, *Description des coquilles fossiles des environs d'Hauterives*, 3e fasc.

1878. Fontannes, *Les terrains néogènes du plateau de Cucuron.*

1879-1882. Fontannes, *Les mollusques Pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon.*

— — Description de quelques espèces nouvelles ou peu connues *(Ann. Soc. d'Agr. et dHist. natur. de Lyon*, 5e série, t. II).

— Locard, Description de la faune de la Molasse marine et d'eau douce du Lyonnais et du Dauphiné *(Arch. Mus. de Lyon*, t. II).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Fig. 1. — **Rhinocéros (aceratherium) minutus** Cuvier. — *1a* mandibule gauche, vu de côté, *1b* vu de dessus (Challonges-Aquitanien).

Fig. 10. — **Rhinocéros (aceratherium) minutus** Cuvier, canine supérieure.

Fig. 2, 3, 4, 5, 6 et 7. — **Tapirus Helveticus.** H. v. Meyer. — 2 deuxième prémolaire supérieure droite. — 3 troisième prémolaire supérieure droite. — 4 première arrière-molaire supérieure droite. — 5 deuxième arrière-molaire supérieure droite. — 6 troisième arrière-molaire supérieure droite. — 7 deuxième prémolaire inférieure droite (Challonges-Aquitanien).

Fig. 8 et 9. — **Tapirus aff. Douvillei** Filhol. — 8 molaire supérieure droite. — 9 molaire inférieure droite (Challonges-Aquitanien).

Fig. 11. — **Hyotherium aff. Meissneri**, H. von Meyer. — dernière molaire inférieure (Challonges-Aquitanien).

Fig. 12. — **Spatangus Deydieri** Cotteau Burdigalien, Sainte-Marie d'Alvey (Savoie).

Planche II

Fig. 1. — *Lamna denticulata*, Ag.

— 2. — *Murex (Ocinebra) Dujardini*, Tournouer.

— 3. — *Murex (Ocinebra) exoletus*, Bellardi.

— 4. — *Murex Dertonensis*, Mayer.

— 5. — *Murex (Ocinebra) inflexus*, Döderlein.

Fig. 7. — *Murex (Ocinebra) funiculosus*, Borson.
— 8. — *Murex (Ocinebra) anconae*, Bellardi.
— 9. — *Murex (Ocinebra) geniculatus*, Bellardi.
— 10. — *Murex (Ocinbra) confragus*, Bellardi.
— 11 et 12. — *Murex (Ocinebra) bifrons*, Tournouer.
— 13. — *Murex (Ocinebra), Berardi*, Douxami.
— 14. — *Murex Mermieri*, Douxami.
— 15. — *Murex Reymondi*, Douxami.
— 16. — *Murex Arnaudi*, Fisch et Tournouer.
— 17. — *Pollia Bredæ*, Michelotti.
— 18. — *Pollia exsculpta*, Dujardin.
— 19. — *Pollia magnicostata*, Bellardi.
— 20. — *Fusus Valenciennesi*, Grateloup.
— 21. — *Fusus provincialis*, Fisch et Tournouer.
— 22. — *Euthria nodosa*, Bellardi.
— 23. — *Euthria strtata*, Bellardi.
— 24. — *Nassa atlantica*, Brocchi.
— 25. — *Euthria adunea*, Bellardi.
— 26. — *Nassa sallomacansis*, Mayer.
— 27. — *Nassa Falsani*, Tournouer.
— 28. — *Nassa accostyla*, Deshayes.

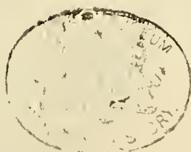
Planche III

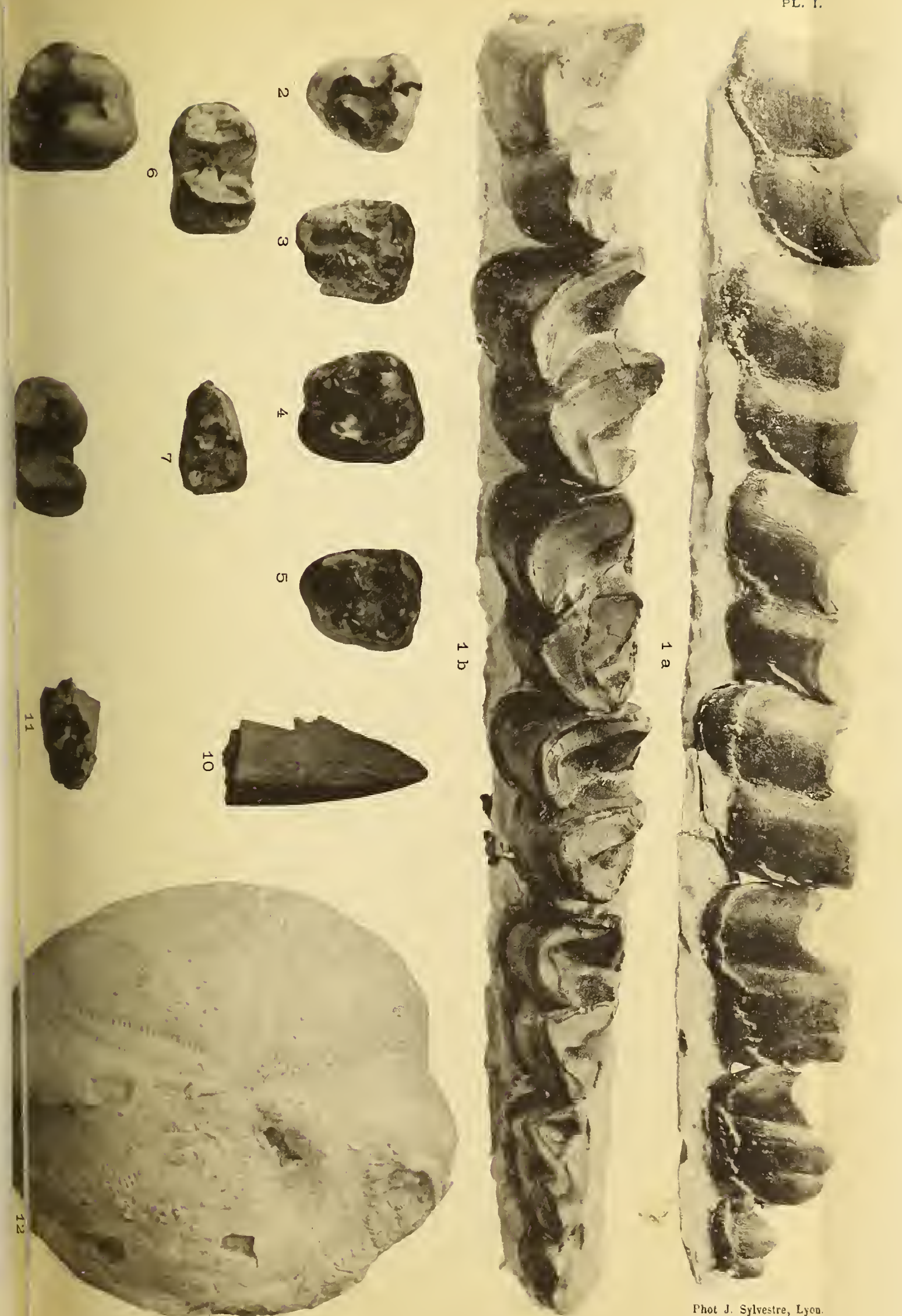
Fig. 1. — *Nassa contorta*, Dujardin.
— 2. — *Nassa Dexivæ*, Fontannes.
— 3. — *Nassa Dujardini*, Deshayes.
— 4. — *Collombella curta*, Dujardin.
— 5. — *Clavatula interrupta* Brocchi.
— 5*a* — *Columbella subulata* Defr.
— 6. — à gauche *Clavatula gradata*, Defrance.
— 6. — à droite *Pleurotoma cabrierensis*, Fisch et Tournouer.
— 7. — *Clavatula asperulata*, Lamarck.
— 8. — *Mitra fusiformis*, Brocchi.
— 9. — *Natica Josephinia*, Risso.
— 10. — *Natica helicina*, Brocchi.
— 11. — *Turritella bicarinata*, Eichwald.
— 12. — *Erato lœvis* Donovan, var. *ventricosa*, Locard.
— 13. — *Mitra Manzonii*, Fisch et Tourn.
— 14. — *Vermetus (Serpulorbis) arenaruis*, Linné.
— 15. — *Turbo carinatus*, var. *Delphinensis* Douxami.
— 16. — *Turbo muricatus*, Dujardin sp.
— 17. — *Turbo mamillaris*, Eichwald.
— 18. — *Fissurella italica*, Defrance.

Fig. 19. — *Solarium simplex*, Bronn.
— 20. — *Patella Tournoueri*, Fontannes.
— 21. — *Crepidula unguiformis*, Lamk.
— 22. — *Trochus Rhodanicus*, Douxami.
— 23. — *Trochus cingulatus* Brocch.
— 24*a* 24*b*. — *Trochus Hörnesi*, Michaud.
— 25. — *Clanculus angulatus*, Eichwald.

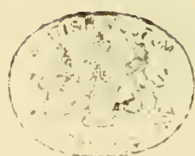
Planche IV

Fig. 1. — *Helix Delphinensis*, Fontannes.
— 2. — *Helix Escofferæ*, Fontannes.
— 3. — *Pecten improvisus*, Fischer et Tournouer.
— 4. — *Arca diluvii*, Lamarck.
— 5. — *Arca (barbata) barbata*, Linné.
— 6. — *Auricula (Melampus) Lorteti*, Fontannes.
— 7. — *Pecten pusio*, Linné.
— 8. — *Plicatula aff mytilina*, Philippi.
— 9. — *Plicatula aff ruperella*, Dujardin,
— 10. — *Cardita Michaudi*, Tournouer.
— 11. — *Nucula nucleus*, Linné.
— 12*a* 12*b*. — *Arca (barbatia) lactea*, Linné.
— 13. — *Pisidium Rhodanicum*, Douxami.
— 14*a* 14*b*. — *Mactra triangula*, Renieri.
— 15. — *Tapes enigmaticus*, Fischer et Tournouer.
— 16. — *Eastonia rugosa*, Chemnitz.
— 17*a* 17*b*. — *Glandina Revili*, Douxami (Aquitanien, Gerbaix).

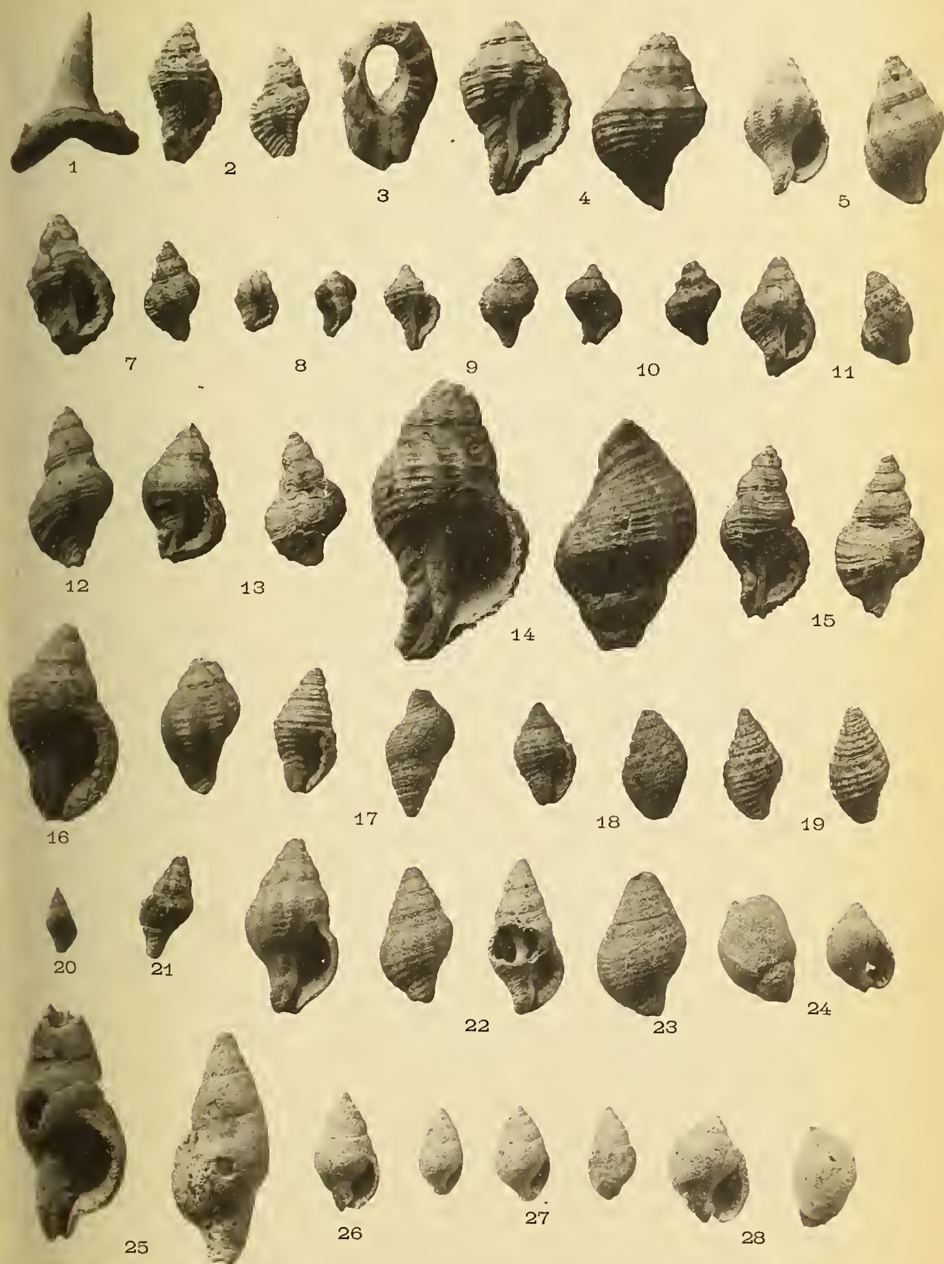




Phot J. Sylvestre, Lyon.



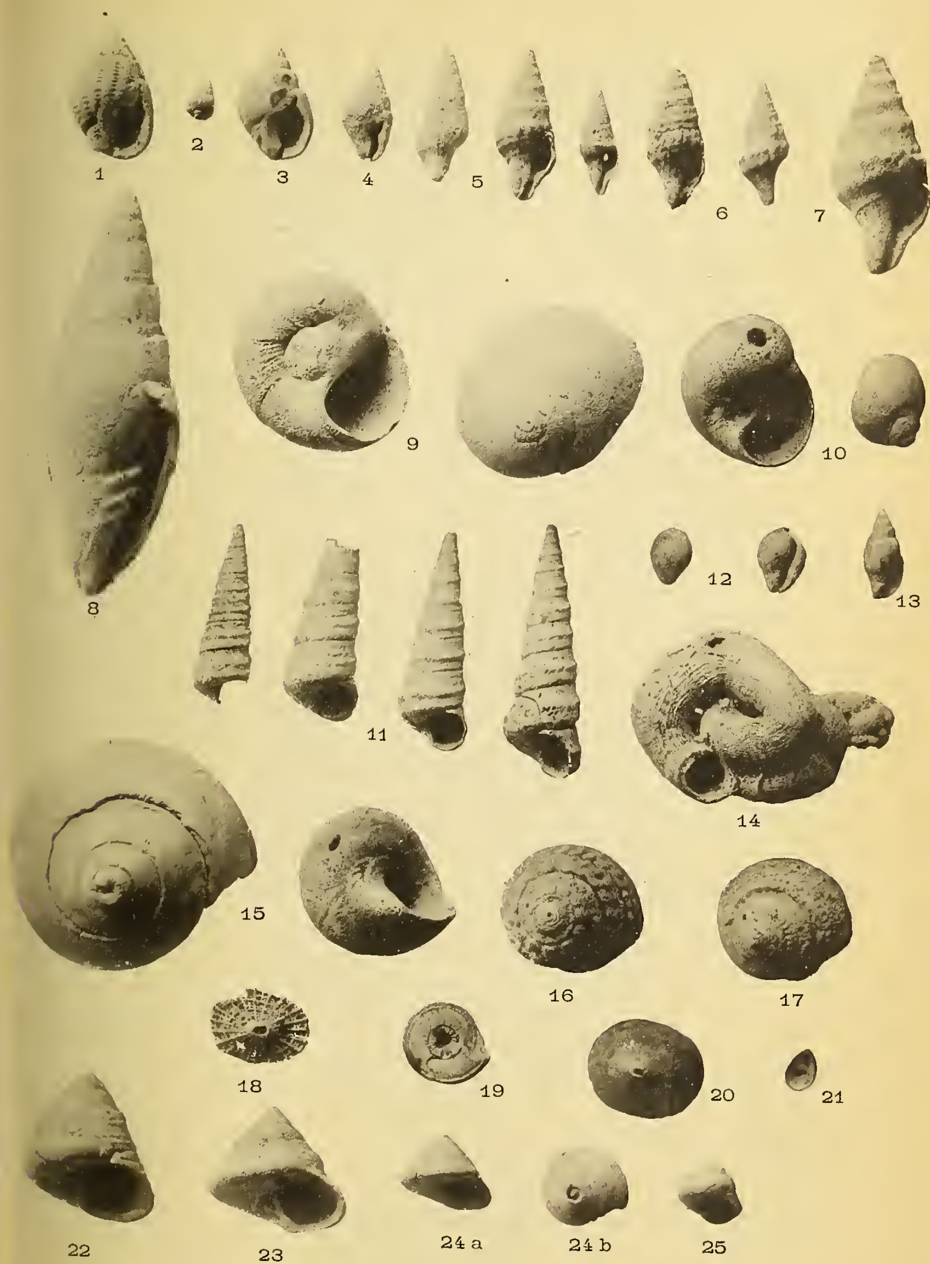
PL. II



Phot. J. Sylvestre, Lyon.



PL. III.



Phot. J. Sylvestre, Lyon.

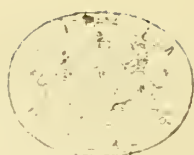
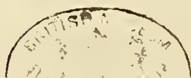


TABLE DES MATIÈRES

Lyon. — Imp. Pitrat Ainé, A. Rey Successeur, 4, rue Gentil - 13205



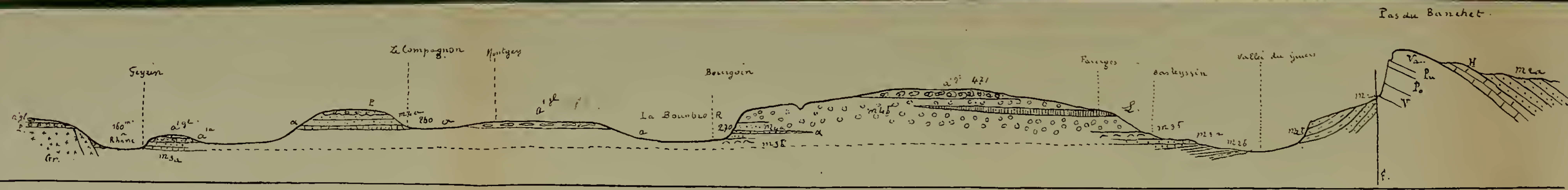


FIG. 1. — Coupe générale de la vallée du Rhone.

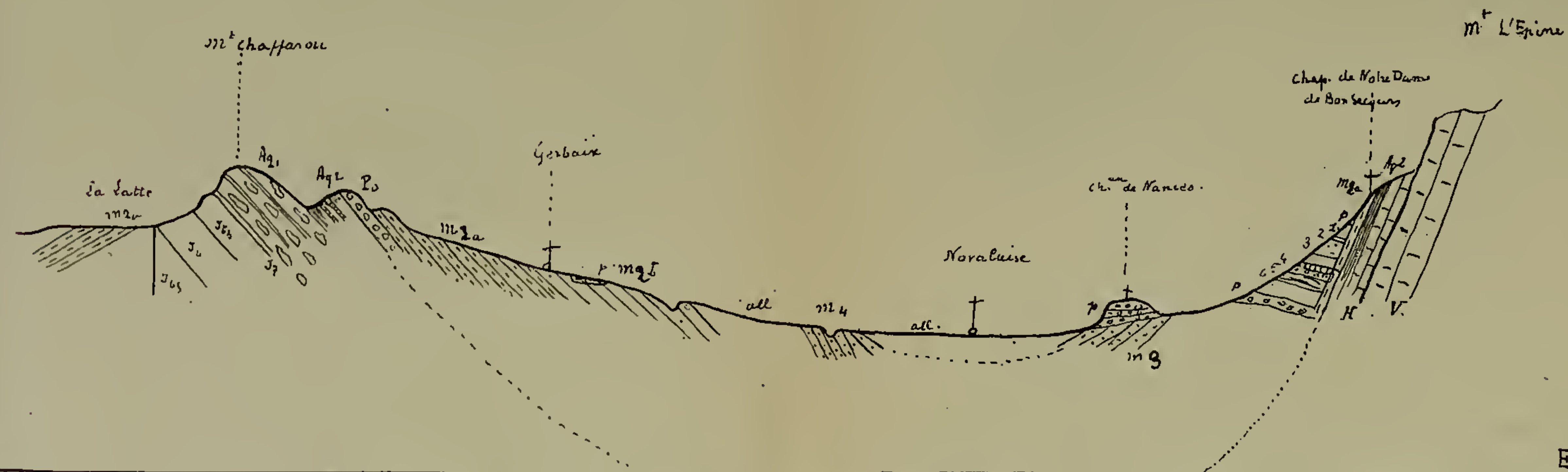


FIG. 2. — Coupe Est-Ouest de la vallée de Novalaise.

Échelle : Long $\frac{1}{40.000}$ Haut $\frac{1}{20.000}$

Fig. 1. — Gr, granite; V, Virgulien; Po, Portlandien; Pu, Purbeck; Va, Valangien; H, Hauterivien.

m^{2a}, Molasse gréseuse et marnocalcaire à *P. præscabriusculus*; m^{2b}, Molasse sableuse à *O. crassissima*; m^{3a}, zone de Saint-Fons à *Terebratulina calathisus* (Helvétien s.s); m^{3b}, zone d'Aoste à *Ancilla glandiformis* (Tortonien); m^{4a}, Pontien inf., zone à *Nassa Michaudi*, (α) *Helix Delphinensis*; m^{4b}, Pontien sup., cailloutis avec L. Lignites de la Tour-du-Pin.

P, Pliocène supérieur; a^{1gl}, Glaciaire; a^{1a}, Alluvions ante-glaciaires; *a*, Alluvions.

Fig. 2. — J, Jurassique sup., H, Hauterivien; J^7, Purbeck, V, Valangien; Aq^1, Poudingue bréchoïde, alternant avec des marnes rouges (Brèche de Vimines); Aq^2, Marnes rouges et calcaires à *Glandina Revili*, *Helix Ramondi*; Po, Conglomérat de base du Miocène marin (Burdigalien); m^{2a}, Molasse gréseuse à *Pecten præscabriusculus*; m^{2b}, Molasse sableuse et marneuse; m^3, Molasse sableuse (2e étage).

1, Poudingue à granites effrités; 2, Poudingue alternant avec des grès; 3, banc de Molasse grise jaunâtre; 4, Molasse bleue fossilifere; 5, poudingue; 6, lignites; *p*, poudingue Pontien.

Fig. 3. — Mr, Molasse rouge de Lausanne (Aquitanien); L, lignites de Rochette et de Belmont à *H. Ramondi*; M, Molasse Aquitanienne à *Néritines* et à Gypse; M^1, Molasse grise de Lausanne (Miocène inférieur); M^2, Molasse marine à *P. præscabriusculus* avec banc de Muschelsandstein, Musch (Burdigalien); M^3, molasse marine à *Cardita Jouanneti*, Vindobonien inf. (miocène moyen), Helvétien, s.s.; M^4, Nagelfluh polygénique et Œningien, Vindobonien sup., Tortonien.

Fig. 4. — N, Néocomien; F, Flysch; M, Molasse rouge de Vevey et couches de Saint-Sulpice (Aquitanien inf.); Mr, Molasse lacustre aquitanienne à *H. Ramondi* : 1 Molasse rouge de Lausanne, 2 Molasse à lignites de Rochette Belmont, P, poudingue Aquitanien du Pèlerin; M^1, Molasse grise de Lausanne (Burdigalien inf.); M^2, Molasse marine à *P. præscabriusculus*.

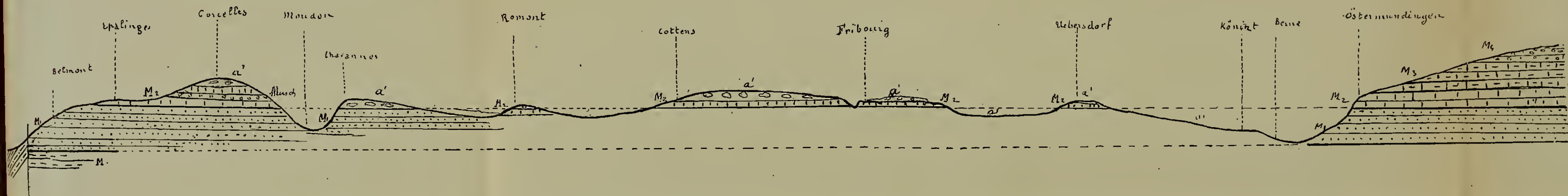


FIG. 3. — Coupe de Lausanne à Fribourg et à Berne.

Echelle : Long $\frac{1}{150.000}$ Haut $\frac{1}{20.000}$

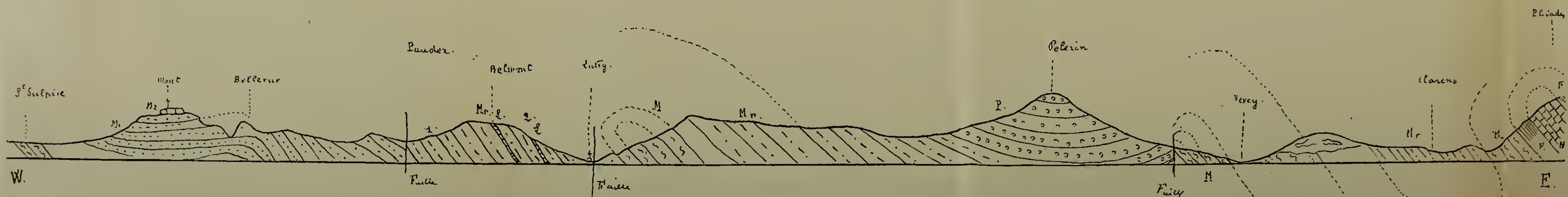
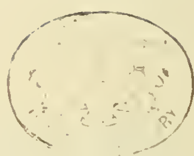


FIG. 4. — Coupe de Lausanne aux Pléiades.





Carte des Anticlinaux et Synclinaux
1. Anticlinal : Mont Tournier, Montagne de Raz Echaillon.
1. Synclinal de Novalaise, Belley.
II. Anticlinal, Mont du Chat, l'Epine.
2. Synclinal du lac du Bourget, Voreppe.
2'. Synclinal de Corbel, Proveysieux.
III. Anticlinal Chambotte, Voglans, Corbelet.
III'. Anticlinal Otheran, Casque de Néron.
3. Synclinal Rumilly, croix du Mollard.
IV. Anticlinal Semnoz, Nivolet.
A. Anticlinal Salève et de la Molasse Suisse.
4. Synclinal Leschaux, Désert.
V. Anticlinal Margeria.
5. Synclinal des Aillon.
VI. Anticlinal Roc des Bœufs, Galoppaz, Buffa.
6. Synclinal d'Entrevernes, Châtelard.
VII. Anticlinal de la Thuile.
7. Synclinal de la montagne du Charbon.
VIII. Anticlinal du Haut-du-Four.
8. Synclinal de Bellevaux.
9. Synclinal d'Arclosan.
GENÈVE
ANNECY
CHAMBERY
GRENOBLE
BELLEY
LA TOUR-DU-PIN

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

VOLUMES PARUS AU 1er JUILLET 1896

La doctrine de Malherbe d'après son commentaire sur Desportes, par Ferdinand Brunot, docteur ès lettres, chargé d'un Cours complémentaire à la Faculté des Lettres, lauréat de l'Académie française, avec 5 planches hors texte. 10 fr.

Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des Amphibiens anoures, par E. Bataillon, préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences, avec 6 pl. hors texte. 4 fr.

Anatomie et Physiologie comparées de la Pholade dactyle. Structure, locomotion, tact, olfaction, gustation, action dermatoptique, photogénie, avec une théorie générale des sensations, par le Dr Raphaël Dubois, professeur de Physiologie générale et comparée à la Faculté, avec 68 figures dans le texte et 15 planches hors texte . . . . . 18 fr.

Sur le pneumogastrique des oiseaux, par E. Couvreur, docteur ès sciences, chef des travaux de physiologie à la Faculté des sciences, avec 3 planches hors texte et graphiques dans le texte. . . . 4 fr.

Recherches sur la valeur morphologique des appendices superstaminaux de la fleur des Aristoloches, par Mlle A. Mayoux, élève de la Faculté des Sciences, avec 3 planches hors texte. . . . 4 fr.

Sur la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré, par Léon Autonne, Ingénieur des Ponts et Chaussées . . . . 9 fr.

Recherches sur l'équation personnelle dans les observations astronomiques de passages, par F. Gonnessiat, Aide-Astronome à l'Observatoire, chargé d'un Cours complémentaire d'Astronomie à la Faculté des Sciences . . . . . 5 fr.

Lettres intimes de J.-M. Alberoni adressées au comte I. Rocca, ministre des finances du duc de Parme, et publiées d'après le manuscrit du collège de S. Lazaro Alberoni, par Emile Bourgeois, professeur à la Faculté des Lettres, avec un portrait et deux fac-similé. . 10 fr.

Le Fondateur de Lyon, Histoire de L. Munatius Plancus, par M. Jullien, professeur-adjoint à la Faculté des Lettres, avec 1 planche hors texte . . . . 5 fr.

Etude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, par Attale Riche, docteur ès sciences, avec planches hors texte. . . . . . . 12 fr.

Etude expérimentale sur les propriétés attribuées à la tuberculine de M. Koch, faite au laboratoire de médecine expérimentale et comparée de la Faculté de Lyon, par M. le professeur Arloing, M. le Dr Rodet, agrégé, et M. le Dr Courmont, avec planches en couleurs. 10 fr.

Histologie comparée des Ebénacées da[ns] ses rapports avec la Morphologie [et] l'histoire généalogique de ces plante[s], par Paul Parmentier, professeur [à] l'Université, avec 4 pl. hors texte. 4

Recherches sur la production et la loc[a]lisation du Tannin chez les fruits [co]mestibles fournis par la famille d[es] Pomacées, par Mlle A. Mayoux, élève [de] la Faculté des Sciences de Lyon, av[ec] 2 planches 3

Essai critique sur l'hypothèse des atom[es] dans la science contemporaine, [par] Arthur Hannequin, chargé d'un Co[urs] complémentaire de philosophie à la F[a]culté des lettres de Lyon. . 7 fr.

Saint Ambroise et la morale chrétien[ne] au IVe siècle, par Raymond Tham[in], ancien maître de conférences à la F[a]culté des lettres de Lyon, professeur [de] philosophie au lycée Condorcet. 7 fr.

Etude sur le Bilharzia hæmatobia et [la] Bilharziose, par M. Lortet, doyen [de] la Faculté de médecine de Lyon, [et] Vialleton, professeur agrégé à la Facu[lté] de médecine de Lyon, avec planches [et] figures dans le texte. 10

Recherches sur quelques dérivés s[ulfo]chlorés du phénol et du benzè[ne], par Etienne Barral, docteur en mé[de]cine, pharmacien de 1re classe, cha[rgé] des fonctions d'agrégé à la Faculté [de] médecine de Lyon. 5

Phonétique historique et comparée [du] sanscrit et du zend, par Paul Regna[ud], professeur de sanscrit et de gramm[aire] comparée à la Faculté des lettres. 5

La République des Provinces-Unies, [la] France et les Pays-Bas espagnols [de] 1630 à 1650, par A. Waddington, [pro]fesseur-adjoint à la Faculté des let[tres] de Lyon. Tome I (1630-42.) . . . 6

Sur la représentation des courbes g[au]ches algébriques, par Léon Auto[nne], ingénieur des ponts et chaussées, m[aître] de conférences à la Faculté des Sc[ien]ces 3

Histoire de la Compensation en d[roit] Romain, par C. Appleton, professe[ur à] la Faculté . . . . 7 fr

La Jeunesse de William Wordsw[orth] (1770-1798). Etude sur le « Prélud[e] », par Emile Legouis, maître de confére[nces] à la Faculté des Lettres. . . . . 7 fr

La Botanique à Lyon avant la Révolu[tion] et l'histoire du Jardin Botanique m[uni]cipal de cette ville, par M. Gérard, [pro]fesseur à la Faculté des Sciences, [avec] figures dans le texte. . . . . 3 f[r.]

L'Évolution d'un Mythe. Açvins et D[ios]cures, par Ch. Renel, docteur ès let[tres].

Physiologie comparée de la Marm[otte], par Raphaël Dubois, professeur de [Phy]siologie générale et comparée, [avec] 119 fig. et 125 planches hors texte. 1[5]

Paris. — Imprimerie L. Maretheux, 1, rue Cassette. — 8259.

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON XXVIII

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR

L'APPAREIL RESPIRATOIRE

DES OISEAUX



PAR

J.-M. SOUM
Docteur ès Sciences naturelles
Professeur agrégé au Lycée de Lyon.

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1896